

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-164011

(43)Date of publication of application : 07.06.2002

(51)Int.Cl. H01J 37/141
G03F 7/20
G03F 9/02
H01J 37/04
H01J 37/26
H01L 21/027

(21)Application number : 2001-272363

(71)Applicant : CARL ZEISS STIFTUNG TRADING
AS CARL ZEISS

(22)Date of filing : 07.09.2001

(72)Inventor : KIENZLE OLIVER
WEIGAND HOLGER

(30)Priority

Priority number : 2000 10044199

Priority date : 07.09.2000

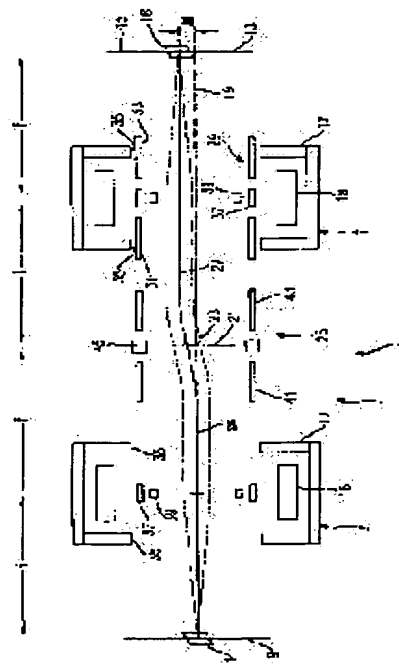
Priority country : DE

(54) PARTICLE-OPTICAL COMPONENT AND SYSTEM INCLUDING PARTICLE- OPTICAL COMPONENT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a magnetic lens device capable of highly accurately operating a charged corpuscular beam moved on the symmetry axis.

SOLUTION: In the magnetic lens device for generating a deflecting magnetic field for the charged corpuscular beam, the magnetic lens device has a focusing lens device 17 substantially in the rotational symmetry on the symmetry axis 19 of an assembly, and generating a magnetic field acting as a focusing lens 7 having the optical axis on the corpuscular beam passing through the magnetic field, and an axially moving device 29 superposed on the magnetic field generated by the focusing lens device 17, and generating a corrected magnetic field acting on the corpuscular beam so as to symmetrically move the optical axis to the symmetry axis 19 of the assembly, and is characterized in that the axially moving device 29 is provided with plural conductive coils for generating the corrected magnetic field in at least one axially moving coils 31 and 33.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or

application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(11)Publication number : 2002-164011

(43)Date of publication of 07.06.2002
application :

(51)Int.Cl. H01J 37/141

G03F 7/20

G03F 9/02

H01J 37/04

H01J 37/26

H01L 21/027

(21)Application number :	2001-272363	(71)Applicant :	CARL ZEISS STIFTUNG TRADING AS CARL ZEISS
(22)Date of filing :	07.09.2001	(72)Inventor :	KIENZLE OLIVER WEIGAND HOLGER

(30)Priority

Priority number :	2000 10044199	Priority date :	07.09.200 0	Priority country :	D E
-------------------	------------------	-----------------	----------------	--------------------	--------

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any

damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] With the magnetic-lens equipment for offering the deviation field for a charged-particle line, it is related with the symmetry axis (19) of an assembly. Substantially by the symmetry of revolution The focusing lens equipment which generates the field which acts as a focusing lens which has an optical axis in the corpuscular ray which passes the field (5 7), And so that it may pile up on the field generated by the above-mentioned focusing lens equipment (5 7) and an optical axis can move to the symmetry axis (19) of an assembly in parallel In magnetic-lens equipment equipped with the axial migration equipment (31 33) which generates the correction field which acts on a corpuscular ray magnetic migration equipment (29) It is installed in concentric circular about a symmetry axis, there is no conductivity substantially, and it consists of ingredients which have magnetic high permeability. It has the first set (53) of the ring (55) which vacated spacing for shaft orientations and was installed in them. It is magnetic-lens equipment which two or more electric conduction coils for generating a correction field in an at least one shaft moving coil (31 33) are installed, and is characterized by coiling the electric conduction coil of an axial moving coil (31 33) around at least one ring (55) of the first ring set (53).

[Claim 2] The magnetic-field-strength distribution which met the symmetry axis of the component of the correction field which crosses a symmetry axis in the magnetic-lens equipment by claim 1 is magnetic-lens equipment characterized by being proportional to the first derivative of a component parallel to the symmetry axis of the field generated by focusing lens equipment in accordance with a symmetry axis substantially.

[Claim 3] It is magnetic-lens equipment characterized by having the axial moving coil (31 33) which it had the pole piece termination (35) which focusing lens equipment (5 7) vacated spacing for two shaft orientations which counter a symmetry axis in the magnetic-lens equipment by claims 1 or 2, and was installed, and axial migration equipment (25) was related with each pole piece termination (35), and was installed between pole piece termination and a symmetry axis.

[Claim 4] Magnetic-lens equipment characterized by making a monopodium moving coil (31 33) accompany each pole piece termination (35) in the magnetic-lens equipment by claim 3.

[Claim 5] It is magnetic-lens equipment characterized by winding an axial moving coil

(31 33) around one piece or two or more rings (55) of the first ring set (53) in the magnetic-lens equipment by claims 3 or 4.

[Claim 6] In the magnetic-lens equipment by either of claims 1-5, it is installed in concentric circular about a symmetry axis. The second set (49) of the ring which there is no conductivity substantially, consisted of ingredients which have magnetic high permeability, and was vacated and installed in shaft orientations spacing The ring (55) of the first ring set (53), Magnetic-lens equipment characterized by seeing to shaft orientations, being installed outside and rolling the axial moving coil (31 33) there.

[Claim 7] Magnetic-lens equipment characterized by having at least one aberration prevention coil (37) which has further two or more electric conduction coils coiled around the first or/and second at least one of the rings (55 51) of a ring set (53 49) in the magnetic-lens equipment by either of claims 1-6.

[Claim 8] Magnetic-lens equipment characterized by installing a dynamic focusing coil (39) between an aberration prevention coil (37) and a symmetry axis in the magnetic-lens equipment by claim 7.

[Claim 9] Magnetic-lens equipment characterized by for a dynamic focusing coil (39) seeing to the shaft orientations of the ring (55) of the first ring set (53), and installing it inside in the magnetic-lens equipment by either of claims 1-7.

[Claim 10] It is deviation equipment for making the second cross section of the corpuscular ray in the second flat surface (13) carry out particle optical image formation of the first cross section (11) of the charged-particle line in the first flat surface (9). By the magnetic-lens doublet (3) equipped with the first focusing lens (5) installed between the first flat surface and the second flat surface, and the first focusing lens (5) and the second focusing lens (7) installed between the second flat surface (13) The first and the second focusing lens are installed on a common axis of symmetry (19), and the plane of symmetry (21) of a doublet (3) is installed between the first and the second focusing lens. The distance of the first flat surface (9) and plane of symmetry (21) is twice the focal distance (f) of the first focusing lens (5). The magnetic-lens tablet whose distance of the second flat surface (13) and plane of symmetry (21) is twice the focal distance (f) of the second focusing lens (7), It is installed between the first and the second focusing lens, and this with the corpuscular ray migration equipment (25) which a corpuscular ray passes In deviation equipment equipped with the corpuscular ray migration equipment (25) which makes the axial migration (M) which can be adjusted between the corpuscular ray included in corpuscular ray migration equipment (25), and the corpuscular ray which comes out from here cause The first focusing lens or/and second focusing lens are deviation

equipment characterized by putting on the field which a focusing lens (5 7) generates, acting on a corpuscular ray, and having axial migration equipment which generates the correction field by which the optical axis of a focusing lens is moved to the symmetry axis (19) in parallel.

[Claim 11] It is deviation equipment characterized by having two deviation units (41 43) which corpuscular ray migration equipment (25) is symmetrically arranged about a symmetry axis in the deviation equipment by claim 10, and generate a deviation magnetic field, respectively.

[Claim 12] Deviation equipment characterized by a deviation field being generated by the deflecting coil (41) constituted with the ingredient which it has two or more electric conduction coils, and it is wound around at least one ring (61) installed in concentric circular about a symmetry axis (19), and there is no conductivity substantially in the deviation equipment by claim 11, and has magnetic high permeability.

[Claim 13] In the deviation equipment by claim 12, it is arranged about a symmetry axis (19) concentric circular. It has the third set (59) of the ring (61) which vacated spacing for shaft orientations and was installed in them. It is deviation equipment which said ring does not have conductivity substantially, consists of ingredients which have magnetic high permeability, and is characterized by coiling the electric conduction coil of a deflecting coil (41) around at least one ring (61) of the third ring set (59).

[Claim 14] It is deviation equipment characterized by consisting of ingredients which it sees in the deviation equipment by claim 13 to the shaft orientations of the ring (61) around which the deflecting coil (41) is wound among the third ring set (59), field shielding is installed outside, and said field shielding does not have conductivity substantially, and have magnetic high permeability.

[Claim 15] It is deviation equipment characterized by to have two or more rings (63) which vacated spacing for the shaft orientations of the cylinder which follows the shaft orientations which consisted of ingredients which field shielding is installed in concentric circular about a symmetry axis (19), and there is no substantial conductivity, and have magnetic high permeability, or the fourth ring set (65) in the deviation equipment by claim 14, and were installed.

[Claim 16] It is deviation equipment characterized by equipping the first, or the /second focusing lens (5 7) with the magnetic-lens equipment by either of claims 1-7 in the deviation equipment by either of claims 10-15.

[Claim 17] It is a projection system for imprinting the pattern decided on the mask on a particle susceptibility substrate by the charged-particle line. The first particle optical

image formation equipment which carries out image formation of a charged-particle generation source, the corpuscular ray shaping aperture which fabricates the cross section of a corpuscular ray, and the corpuscular ray shaping aperture on a mask, It is the projection system characterized by equipping the first or/and second particle optical image formation equipment with the magnetic-lens equipment by either of claims 1-9 in a projection system equipped with the second particle optical image formation equipment which carries out image formation of the mask on a substrate.

[Claim 18] It is a projection system for imprinting the pattern decided on the mask on a particle susceptibility substrate by the charged-particle line. The first particle optical image formation equipment which carries out image formation of a charged-particle generation source, the corpuscular ray shaping aperture which fabricates the cross section of a corpuscular ray, and the corpuscular ray shaping aperture on a mask, It is the projection system characterized by equipping the first or/and second particle optical image formation equipment with the deviation equipment by either of claims 10-15 in a projection system equipped with the second particle optical image formation equipment which carries out image formation of the mask on a substrate.

[Claim 19] It is the projection system characterized by installing corpuscular ray shaping aperture in the first [of a magnetic-lens doublet] flat surface, and installing a mask in the second [of a magnetic-lens doublet] flat surface in the projection system by claim 18.

[Claim 20] It is the projection system characterized by installing a mask in the first [of a magnetic-lens doublet] flat surface, and installing a substrate in the second [of a magnetic-lens doublet] flat surface in the projection system by claim 18.

[Claim 21] It is the electron microscope system characterized by to be equipped a focusing assembly with the magnetic-lens equipment by either of claims 1-9 in the electron microscope system which consists of a detector which detects the focusing assembly which converges an electron on a sample from the sample holder and the electronic generation source which is an electron microscope system and receives the sample used as a test objective, and an electronic generation source, and the electron generated from a sample by the interaction of the electron which converged on the sample.

[Claim 22] It is the electron microscope system characterized by to be equipped a focusing assembly with the deviation equipment by either of claims 10-15 in the electron microscope system which consists of a detector which detects the focusing assembly which converges an electron on a sample from the sample holder and the electronic generation source which is an electron microscope system and receives the

sample used as a test objective, and an electronic generation source, and the electron generated from a sample by the interaction of the electron which converged on the sample.

[Claim 23] It is the electron microscope system characterized by to be equipped a lens assembly with the magnetic-lens equipment by either of claims 1-9 in the electron microscope system which consists of a lens assembly which carries out the image formation of the electron generated from a sample on a location sensing detector by the interaction of the electron which converged on the electronic generation source for illuminate a sample by the sample holder and the electron which is an electron microscope system and receives the sample used as a test objective , a location sensing detector , and a sample .

[Claim 24] It is the electron microscope system characterized by to be equipped a lens assembly with the deviation equipment by either of claims 10-15 in the electron microscope system which consists of a lens assembly which carries out the image formation of the electron generated from a sample on a location sensing detector by the interaction of the electron which converged on the electronic generation source for illuminate a sample by the sample holder and the electron which is an electron microscope system and receive the sample used as a test objective , a location sensing detector , and a sample .

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any

damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates a charged-particle line to the system containing still such a particle optical component about image formation or the particle optical component to deflect.

[0002] This invention can move the optical axis about the geometric symmetry axis of equipment especially about magnetic-lens equipment. Furthermore, especially this invention relates to the projection system which imprints the pattern specified on the mask on a particle reception substrate by the charged-particle line, especially an electronic beam-of-light projection lithography system.

[0003] Furthermore, especially this invention relates also to an electron microscope system again.

[0004]

[Description of the Prior Art] Magnetic-lens equipment is known from the advanced technology which operates by the charged particle with specific energy like the lens which has a focal distance f . That is, in the case of such a magnetic lens, it is possible to double the focus of an parallel corpuscular ray with the image side in which only distance f was separated from the lens and installed. The image quality of the flux of light (bundle of a corpuscular ray) which passes along the symmetry axis of a magnetic lens and passes through a center is comparatively good. However, when the flux of light which carries out image formation separates from the center of a magnetic lens and passes, the image formation in an image side produces too large aberration for a specific realistic application.

[0005] Optik A report [/ else / Goto / after 48 (1977) 255 page / E.] and 'MOL (Moving Objective Lens (migration objective lens))' have proposed moving the optical axis of a lens by the correction field, so that it may be in agreement with the particle beam of light which swerved from the core from the symmetry axis of a lens.

[0006] U.S. Pat. No. 4,376,249 realizes concretely the lens which E.Goto proposes, and is called the "deviation shaft lens" in it. The magnetic lens indicated by this patent is mutually detached and installed in shaft orientations about the geometric symmetry axis of a lens, and it has two pole piece termination which sees to shaft orientations toward a symmetry axis, and counters inside. It sees to the shaft orientations of such pole piece termination, and the magnetic device for generating the field which moves an optical axis inside, respectively so that it may separate from a symmetry axis is installed. The die length and the diameter of the accompanying coil are determined that it will generate the field with the magnetism proportional to the first derivative of the axial component of the field of the lens in alignment with an object shaft in

alignment with a symmetry axis.

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, in the specific application, it turned out that a required precision is not acquired with the conventional equipment known from U.S. Pat. No. 4,376,249.

[0008] The Europe patent 0969326A No. 2 is indicating the lithography equipment which imprints the pattern installed on the mask on a radiation reception substrate by the electronic projection system. For this reason, a mask is scanned by band-like with the electron ray which has the line cross section specified clearly, and the part which passes a mask, without being similarly spread among electron rays is projected on band-like on a substrate. In order to secure sufficient exposure quality, a line cross section must be decided so that sufficient precision may be acquired in a mask flat surface. thus -- if it does not set -- a substrate -- partial -- exposure -- exposing becomes too little or superfluous.

[0009] Conventional equipment was understood are improved at this point.

[0010] The purpose of this invention is proposing the magnetic-lens equipment which can operate the line of the charged particle moved about the symmetry axis of equipment in a higher precision.

[0011] Especially the purpose of this invention is proposing the magnetic-lens equipment which can move an optical axis from the symmetry axis.

[0012] Furthermore, the purpose of this invention moves a charged-particle line in the direction of a line horizontally, or/and is proposing the deviation equipment for operating the charged-particle line moved horizontally.

[0013] Another purpose of this invention is proposing the projection system which carries out image formation of the pattern defined on the mask to a radiation reception substrate by the charged-particle line.

[0014] Furthermore, another purpose of this invention is proposing the electron microscope system for inspecting a sample in electron microscope.

[0015]

[Means for Solving the Problem] According to the first point, this invention is deviation equipment for the charged-particle line installed so that a line cross section might be imprinted by the image plane from the object flat surface of equipment, and the line cross section in an object flat surface and an image plane is related with the equipment which can move in the direction of a beam of light horizontally about mutual in the projection to the direction of a beam of light.

[0016] Deviation equipment is equipped with the magnetic-lens doublet which has two

magnetic lenses for this purpose. Two magnetic lenses are arranged so that image formation of the first lens and the body installed in the front focal plane of an alias name "a collimator lens" may be carried out to infinity about mutual. The second magnetic lens and an alias name projection lens are arranged so that the front focal plane may be in agreement with the back focal plane of the first magnetic lens. In this way, in order that the second magnetic lens may apply the focus of the beam of light which had collimation together put by the first magnetic lens to that back focal plane, this back focal plane turns into an image plane of a doublet. The scale factor of a magnetic-lens doublet is decided by each focal distance of the first magnetic lens and the second magnetic lens, and relation between f_1 and f_2 . Furthermore, the distance of a body and an image plane is two focal distances and twice the sum of f_1 and f_2 .

[0017] A focal distance twice the distance of the first magnetic lens can vacate spacing from an object flat surface, and two magnetic lenses are "symmetry" about the plane of symmetry for which the focal distance twice the distance of the second magnetic lens was able to vacate spacing from the image plane. About not strict mechanical semantics but the beam-of-light path which passes a lens, two magnetic lenses are symmetrical to plane of symmetry, when a scale factor is taken into consideration. For example, the size of a lens is decided according to the focal distance, the current or/and field which pass the coil are equal in magnitude, especially these currents generate the field of an opposite direction, and it is called an "unsymmetrical doublet."

[0018] According to this invention, corpuscular ray migration equipment is arranged between the first magnetic lens and the second magnetic lens, and a field to which the charged-particle line included in corpuscular ray migration equipment comes out of corpuscular ray migration equipment in the condition of having been moved to the original direction of a line and parallel is generated.

[0019] This corpuscular ray migration equipment is installed in an object to the plane of symmetry of a doublet in as mathematical semantics as possible, and it is made for the component of corpuscular ray migration equipment to be applicable geometrically similarly at this plane of symmetry. If corpuscular ray migration equipment is preferably installed in the field of the plane of symmetry of a doublet, equivalent divagation will happen to all the partial charged-particle lines that pass a doublet substantially. It is because a crossing is in the plane of symmetry of a doublet.

[0020] With the corpuscular ray migration equipment installed in the field of a plane of symmetry, a magnetic-lens doublet can operate the charged-particle line moved from the symmetry axis (geometric) of a magnetic lens. For example, the charged-particle line which the charged-particle line which is moved from a symmetry axis and goes

into corpuscular ray migration equipment can return to this plane of symmetry, and goes into corpuscular ray migration equipment on a symmetry axis [whether image formation can be further carried out with the second lens of a doublet by coming out of corpuscular ray migration equipment in the condition of having been moved from the axis of symmetry, and] or the charged-particle line which is moved and goes into corpuscular ray migration equipment -- again -- the same -- or where different migration is able to be added, it can come out of corpuscular ray migration equipment.

[0021] For example, where a charged-particle line is moved from a symmetry axis, it comes out of deviation equipment, and when making it want to carry out image formation with the second magnetic lens, without generating aberration as much as possible, this second focal lens presents the property called a "migration objective lens" or a "adjustable shaft lens" in the advanced technology. Especially the second magnetic lens is equipped with the axial migration equipment which offers the correction field which can be put on the focusing field generated by the magnetic lens of a doublet. It acts on the charged-particle line which the piled-up field is moved from a symmetry axis and goes into a magnetic lens, and the parallel displacement of the optical axis of a focusing magnetic lens is similarly carried out to the symmetry axis.

[0022] When it desires to operate it so that the charged-particle line by which the doublet went into deviation equipment may be moved from an axis of symmetry, it is good for the first lens of a doublet to also have above axial migration equipment.

[0023] Preferably, deviation equipment constitutes the part which transmits the pattern defined on the mask to a radiation reception substrate by the charged particle in a projection system. Such a projection system is equipped with the second particle optical image formation equipment which forms the image of a mask on the first particle optical image formation equipment which forms the image of image formation aperture on the source of a charged particle emission, the corpuscular ray shaping aperture which fabricates the cross section of a corpuscular ray, and a mask, and a substrate. Preferably, the first particle optical image formation means is equipped with the mask installed on the image plane of the corpuscular ray shaping aperture installed on the deviation equipment by this invention, and an object flat surface, and a magnetic-lens doublet. Thereby, offer of the corpuscular ray cross section where the sharpness of an edge has been improved and which is defined by corpuscular ray shaping aperture is attained. That is, the shift to the particle brightness of zero is substantially [outside / the high particle brightness in a corpuscular ray cross section to / a corpuscular ray cross section] steep.

[0024] Furthermore, as for deviation equipment, it is also desirable to use it in an

electron microscope system especially a scanning electron microscope (SEM), and a transmission electron microscope (TEM). In a scanning electron microscope, the electron which comes out from here by the interaction of the electron which the electron emitted from an electronic generation source converged on the sample on a sample holder with the focusing assembly, and converged on the sample is detected by the detector. Next, deviation equipment constitutes a part of focusing assembly, and becomes able [an electron ray] to converge correctly on a sample, and a large area scanned by the electron ray, i.e., observable big image field, is obtained.

[0025] A transmission electron microscope is equipped with the location sensing detector by which image formation of the transparency electron which comes out of the source of electron emission and sample for illuminating the sample installed on the sample holder in the large range is carried out on it with lens equipment. In this case, deviation equipment constitutes some lens equipments and the electron which comes out of the sample of the arbitration subregion of a large area becomes possible [carrying out image formation in high image quality on a location sensing detector].

[0026] According to the second field, this invention relates to the magnetic-lens equipment called a "migration objective lens" or a "adjustable shaft lens" in the advanced technology. It has axial migration equipment which generates the correction field to which such magnetic-lens equipment is equipped with the focusing lens equipment which offers a field symmetrical with rotation substantially about the symmetry axis of equipment especially, and said field can act as a focusing lens which has an optical axis in the beam of light which passes said field, said magnetic-lens equipment can pile it up still more preferably on the field which focusing lens equipment generates, it acts on a beam of light, and an optical axis moves in parallel with the symmetry axis of equipment. Consequently, the same focusing operation as the particle beam of light which enters in the center of a lens is performed also to the particle beam of light which is moved from the symmetry axis (geometric) of a lens and goes into a lens, and the aberration produced by separating from a center and going into lens equipment is controlled sharply.

[0027] According to this invention, a correction field is offered with an axial moving coil equipped with two or more current flow coils installed in the field of focusing lens equipment. It is important for the correction field which changes with time amount at this point according to change of the axial migration in the field of time amount not to block the focusing field of focusing lens equipment. This does not have conductivity substantially and realizes the first ring group which consisted of high ingredients of magnetic permeability and which had spacing vacated by shaft orientations by

installing in the field of a focusing arrangement a symmetry axis and concentric circular. If it can do, as for penetrable numerical mur of this ingredient, it is desirable that it is larger than further 1000 [than 10 / larger / larger] than especially 100. If it can do, let the electric resistance of an ingredient be the desirable most desirable larger, larger, larger numeric value [than 106 ohm/m / than 103 ohm/m] than 1010 ohm/m.

[0028] If it can do, the first ring group has a substantially the same diameter, and, as for each spacing, it is desirable that it is this distance.

[0029] The ring group by the penetrable high ingredient has permeability to a field symmetrical with a radial and shaft orientations so that the focusing field of focusing lens equipment may be quality in the location through which the corpuscular ray in a ring passes and it may be provided. The electric conduction coil of an axial moving coil is coiled around a ring or two or more rings of a ring group, respectively, the correction field of sufficient magnitude is acquired with magnetic, too high permeability also here, and the current which flows to a magnetic moving coil is limited.

[0030] If possible, as for the electric conduction coil of a magnetic moving coil, it is desirable to wind around two, three, or the ring beyond it.

[0031] A correction field is a dipole field of the direction which intersects perpendicularly with a symmetry axis, and it is desirable that it is that to which the magnetic-field-strength distribution in alignment with the symmetry axis of the component which intersects perpendicularly with a symmetry axis is proportional to the first derivative of the field component which is parallel to the symmetry axis of focusing lens equipment mostly. Such magnetic-field-strength distribution of a correction field is realized by setting up the dimension of a ring and an axial moving coil proper.

[0032] If possible, as for focusing lens equipment, it is desirable to have the pole piece termination which vacated spacing for two shaft orientations which go to a radial, and was installed in the symmetry axis. At least one axial moving coil arranged in it at a radial is made to accompany each pole piece termination. Moreover, a monopodium moving coil is made to accompany each pole piece termination.

[0033] As for the second ring group which consists of ingredients which there is no conductivity substantially and have magnetic high permeability, it is desirable to see to the shaft orientations of the ring of the first ring group, and to install outside. Similarly, about a symmetry axis, the ring of the second ring group also vacates spacing for shaft orientations, and is mutually installed in concentric circular. The correction field which an axial moving coil generates is seen to shaft orientations, and

the ring of the second ring group intercepts it from an outside, and plays the role to which it is made for a correction field not to affect focusing lens equipment substantially. Especially, it is prevented by it that the field which an axial moving coil generates attracts the Eddie current in focusing lens equipment. The ring of the second ring group consists of same or, same ingredients as the ring of the first ring army.

[0034] If possible, magnetic-lens equipment is equipped with the aberration prevention coil for correcting aberration, and the electric conduction coil of an aberration prevention coil is similarly coiled on the ring of the first ring group preferably. An aberration prevention coil generates a quadrupole field and the effect which it has on focusing lens equipment is mitigated with the ring of the second ring group which saw to the shaft orientations of an aberration prevention coil, and was installed outside similarly.

[0035] Furthermore, magnetic-lens equipment is equipped with the dynamic focusing coil which has the coil coiled around the symmetry axis. These coils are preferably seen to the shaft orientations of the electric conduction coil of an aberration prevention coil, are installed inside, or/and are seen to the shaft orientations of the ring of the first ring group, and are installed inside.

[0036] Magnetic-lens equipment uses preferably the pattern set up on the mask for the projection system imprinted with a charged-particle beam of light to a particle sensing substrate or an electron microscope system.

[Embodiment of the Invention]

[0037] Drawing 1 shows the deviation equipment 1 by this invention. This is equipped with the magnetic-lens doublet 3 which consists of two magnetic lenses 5 and 7 which have the focal distance f of 180mm, respectively about an electron with the energy of 100keV. The magnetic-lens doublet 3 plays the role which carries out image formation of the corpuscular ray shaping aperture 11 installed in the object flat surface 9 of a doublet 3 on the mask 3 arranged in the image plane 13 of a doublet 3. The corpuscular ray shaping aperture 11 appoints the lighting field 16 where the profile clarified on a mask 15. Magnetic lenses 5 and 7 are equipped with a coil 18 and a pole piece 17, respectively, and each generates the focusing field of a focal distance f . The bore of a pole is 80mm and a pole piece gap is 40mm.

[0038] Magnetic lenses 5 and 7 detach only the distance of $2f$ mutually, and are symmetrically installed on the outskirts of symmetry-axis 19 of a doublet 3. The core of the corpuscular ray shaping aperture 11 is similarly installed on a symmetry axis 19.

[0039] In drawing 5, a free unit shows magnetic-field-strength distribution of the

shaft-orientations component B_z which faces to the symmetry axis 19 of the field generated by lenses 5 and 7. A crossing 23 is formed in the object side 21 of a doublet 3, and, as for magnetic-field-strength distribution, an electron ray passes a doublet (anti-symmetry doublet).

[0040] In the field of plane of symmetry 21, deviation equipment 25 only for M to move further the electron ray which passes through the center of a lens 5 to a longitudinal direction from a symmetry axis 19 is installed. the corpuscular ray (electron ray) 27 with which only M was moved by deviation equipment 25 from the axis of symmetry 19 -- therefore, after separating from the core, entering and only M's having moved to the lens 7 of a doublet 3 similarly with the condition that only M was moved from the axis of symmetry, it collides on a mask 15. However, a corpuscular ray 27 converges on an image plane 13 with a lens 7. For this reason, a required field is offered so that it may put on the focusing field of the lens 7 which the correction field which axial migration equipment 29 generates generates with a coil 18 and a pole piece 17. Axial migration equipment 29 is equipped with two deflecting coils 31 and 33, looks at these to the shaft orientations of the termination 35 of the pole piece 17 of a lens 7, respectively, and is installed inside, and to a symmetry axis 19, this termination is seen to shaft orientations and installed inside.

[0041] Deflecting coils 31 and 33 are in sense which crosses a symmetry axis 19, and generate a field with the magnitude proportional to the first derivative of the shaft-orientations component of the field generated by the lens 7 shown in drawing 5 . Such magnetic-field-strength distribution of a correction field is realized by choosing the geometrical configuration of deflecting coils 31 and 33 proper.

[0042] A correction field is proportional to the amount M of the axial migration caused by corpuscular ray migration equipment further, and turns to the direction.

[0043] Furthermore, each of lenses 5 and 7 is equipped with the aberration prevention coil 37 for correcting the astigmatism of lenses 5 and 7, respectively, and the dynamic focusing coil 39 for correcting poor focusing of the deflection of the image field of lenses 5 and 7, respectively.

[0044] Corpuscular ray migration equipment 25 is equipped with another dynamic focusing coil 45 installed in two symmetrical deflecting coils 41 and 43 and plane of symmetry 21 about plane of symmetry 21.

[0045] The example of a configuration of the coil of deflecting coils 31, 33, 41, and 43 is shown in drawing 3 as schematic drawing. As for drawing 3 a, the configuration as a saddle coil and drawing 3 c show a configuration as a compound saddle coil, respectively, as for the configuration of the coil as a toroidal coil, and drawing 3 b.

[0046] The stack 49 of the nine ferrite rings 51 with the same diameter sees to the shaft orientations of the termination 35 of the pole piece 17 of a lens 7, and is installed inside at equal intervals so that clearly from drawing 2 . Inside the stack 49 of nine ferrite rings 51, another stack 53 of the nine ferrite rings 55 with the too same diameter is installed similarly. The inside radius R_i of the ferrite ring 55 of the inside set 53 is 28mm, and an outside radius R_a is 32mm.

[0047] Each of deflecting coils 31 and 33 is seen to the shaft orientations of the inside stack 53, and it is wound around three ferrite rings 55 from an outside, and the aberration prevention coil 37 is seen to shaft orientations, and is wound around the ferrite ring 55 of the center of a stack 53. The dynamic focusing coil 39 is seen to the shaft orientations of the inside stack 53 of the ferrite ring 55, and is installed inside. Only the distance of 23mm has separated the core of the shaft orientations of coils 31 and 33 from the symmetry axis 56 of a lens 7 to shaft orientations, respectively, and each shaft-orientations die length of coils 31 and 33 is 24mm similarly.

[0048] Arrangement of the coil of the deflecting coils 31 and 33 to the circumferential direction of the ferrite ring 55 is shown in drawing 4 .

[0049] A coil for drawing 4 a to generate the dipole field B_y to the direction of y and drawing 4 b show the coil for generating the dipole field B_x of a direction perpendicular to this. Drawing 4 c shows what compounded the coil shown in drawing 4 a and 4b on the ferrite ring 55.

[0050] Since two lenses 5 and 7 are constituted as much as possible in the symmetry, two stacks of nine ferrite rings which are not illustrated although the lens 7 was explained previously are also seen to the shaft orientations of the pole piece termination 35 of a lens 5, and are arranged inside. However, deflecting coils 31 and 33 are not wound around the way which sees to shaft orientations between two stacks, and is inside. Only the aberration prevention coil 37 of a lens 5 is seen to the shaft orientations of a lens 5, is seen to the shaft orientations of an inside stack, and is wound around a central ferrite ring.

[0051] Arrangement of the coils 41 and 43 of corpuscular ray migration equipment 25 is shown in drawing 8 in detail. Corpuscular ray migration equipment 25 is the same diameter, is arranged at equal intervals and has the set 59 of 17 symmetrical ferrite rings 61 to plane of symmetry 21. It sees to shaft orientations and the ferrite ring 63 with the large direct system of the second set 65 of a ferrite ring is arranged on the outside of each ferrite ring 61. Deflecting coils 41 and 43 are seen to shaft orientations, are wound around the ferrite ring 61 of the inside set 59, and show the example of a configuration of this coil to 3c from drawing 3 a. The arrangement to the

circumferencial direction of the coil coiled around the ferrite ring 61 is equivalent to the configuration of drawing 4 too. The coil of deflecting coils 41 and 43 is seen from an outside to shaft orientations, and is coiled around the 2nd to the 6th ferrite ring.

[0052] Another correction coil 45 is seen to the shaft orientations of the stack 59 of the ferrite ring 61, and is installed inside.

[0053] Drawing 6 is a functional diagram for driving each coil of the deviation equipment 1 shown in drawing 1 . The coil 18 of the lenses 5 and 7 of a doublet 3 is driven with a fixed current, and lenses 5 and 7 offer the focal distance f of 180mm about an electron, respectively. In order to realize deviation distance M of the electron ray from a symmetry axis 19, the deflecting coils 41 and 43 of corpuscular ray migration equipment 25 are driven according to the current which has the proportionality component 61 proportional to the deviation distance M . A proportionality constant is set to $Cd1$ and $Cd2$ in this case.

[0054] In order to cause migration of the optical axis of the lens 7 corresponding to the migration M of a corpuscular ray 27, the coils 31 and 33 of a lens 7 are also driven with the current which has the proportionality component 61 similarly, and set a corresponding proportionality constant to $Cd3$ and $Cd4$. In order to prevent a distortion error, the current impressed to deflecting coils 41, 43, 31, and 33 also has the cube component 63 further.

[0055] The current impressed to the correction coils 39 and 45 and the aberration prevention coil 37 presents the secondary dependency 65 from the amount M of deviations, and each proportionality constant is set to $Cf1$, $Cs1$, $Cf2$, $Cs2$, and $Cs3$.

[0056] The relation of proportionality constants $Cd1$, $Cd2$, $Cd3$, and $Cd4$ is if possible good to fill the relation of $|Cd1/Cd2|=|Cd3/Cd4|=1$, when it observes by the ideal approach while manufacturing the geometrical configuration of equipment.

[0057] Drawing 7 shows the outline of the lighting system 69 for the corpuscular ray shaping aperture 11 in which image formation is carried out by the doublet 3 of focusing lenses 5 and 7 on a mask 15 as a lighting field 16. The image formation system 69 is equipped with the focusing magnetic lens 73 which turns to the beam-of-light shaping aperture 11 the electron discharged from the electronic gun 71 and the electronic gun 71 as shown in drawing.

[0058] In arrangement of the lens doublet 3 by drawing, corpuscular ray migration equipment 25, and axial migration equipment 29, image formation of the corpuscular ray shaping aperture 11 is carried out on the lighting field 16 on a mask 15, without hardly producing distortion. This lighting field 16 is movable from a symmetry axis 19. The edge steepness (reinforcement increases to 80% from 20%) of 0.2 micrometers is

realizable at the edge of the lighting field 16. Especially the corpuscular rays 26 and 27 both pass perpendicularly the field shaping aperture 11 and a mask 15 (telecentricity).

[0059] The ring sets 49, 53, 59, and 65 can be manufactured as follows, for example.

[0060] First, an appearance is the same as a bore and shaft-orientations height also manufactures only the number of requests of an equal ferrite ring. Next, it is same number **** about the ceramic ring of the same shaft-orientations height at the same diameter as a ferrite ring. A ferrite ring and a ceramic ring are accumulated by turns. One desirable as an ingredient of a ceramic ring has high specific resistance, and its magnetic permeability is close to 1. For example, Corning can use the glass ceramic material sold by the trade name of Macor.

[0061] Below, the variation of the deviation equipment shown in 8 from drawing 1 is explained. In **** and a function, the component corresponding to mutual has the same reference number as what is used in 8 from drawing 1 . However, in order to distinguish this, an alphabetic character is added to a reference number. The above-mentioned whole explanatory note is referred to for explanation.

[0062] Drawing 9 shows magnetic-lens doublet 3b of the focusing magnetic lenses 5b and 7b. Doublet 3b carries out image formation of the mask 15b installed in object flat-surface 9 of doublet 3b b on the semi-conductor wafer 75 installed in image plane 13b of a doublet. Although an electron ray is turned to mask 15b in order to realize such image formation therefore, arrangement of drawing 1 can be used, for example and this illuminates the field where the profile was clearly defined by corpuscular ray shaping aperture on mask 15b. An electron ray is deflected to a symmetry axis 19, and moves a lighting field to band-like equally on mask 15b. Drawing 9 shows the optical wire diameter way in Chuo Line of a lighting field about three different deviation locations M.

[0063] Doublet 3b reduces and offers the image of mask 15b by 1:4 on a wafer 75. For this reason, let two lenses 5b and 7b be "symmetry" about plane-of-symmetry 21 of doublet 3b b. Since not geometric semantics with this strict symmetry but magnitude is reduced by 1:4, the relation of the magnitude of two lenses 5b and 7b and the distance from plane-of-symmetry 21b are also set to 1:4.

[0064] Furthermore, two deviation equipments 74 are installed among Lenses 5b and 7b, and it supports guiding a corpuscular ray to the path of the optical line shown in drawing 9 .

[0065] The aperture stopper 76 is installed in plane-of-symmetry 21b, and it is formed here so that only the electron which the crossing of doublet 3b does not diffuse with a mask substantially may collide with a wafer 75 from mask 15b. Therefore, the pattern

offered as diffusion structure on mask 15b is transmitted to a wafer 75.

[0066] In order that the electron ray with which only M was moved from symmetry-axis 19b may go into lens 5b, this lens is in agreement with the optical axis of lens 5b, in case it has axial migration equipment 29b with the two shafts moving coils 31b and 33b, the optical axis of lens 5b is moved from plane-of-symmetry 19b and Chuo Line of a lighting field passes lens 5b. Consequently, the focusing effectiveness of lens 5b to the partial corpuscular ray of a lighting field is held, and the aberration generated when a corpuscular ray moves from symmetry-axis 19b is controlled.

[0067] Since the image formation of doublet 3b is reduced, the corpuscular ray with which only M was deflected from symmetry-axis 19b in mask side 15b collides with a wafer 75 by the deflection coefficient $M:4$. Therefore, a corpuscular ray does not pass through the center of lens 7b of doublet 7b, but it is equipped with axial migration equipment 29b in which lens 7b also has the two shafts moving coils 31b and 33b, and moves the optical axis of lens 7b from symmetry-axis 19b, and its it corresponds with Chuo Line of the deviation bundle of a corpuscular ray.

[0068] Drawing 10 shows the electron microscope system 81 which functions as an electron microscope for a scan. This is equipped with the sample holder 83 which receives the sample 85 which has the sample front face 87, and the sample holder 83 receives a sample so that the part which wants to investigate the sample front face 87 may be located in the center about main shaft 19c of a microscope 81. The electronic generation source 89 emits the branching electron ray 90, the branching electron ray 90 is defined by aperture 91, it converges with a lens 93, and the contraction image of the electronic generation source 89 is formed in the flat surface of the diffusion electronic aperture 95. The contraction image of an electronic generation source is formed on the sample front face 87 of magnetic-lens doublet 3c, and the smallest possible spot on the front face 87 of a sample is illuminated in the field of the point 97. The electron which is emitted from the electronic generation source 89, for example, collides with the sample front face 87 with the energy of 20keV(s) is attracted by the subfield by the electronic detector 99, and generates the secondary electron detected by the electronic detector 99.

[0069] The structure of magnetic-lens doublet 3c is substantially [as the magnetic-lens doublet of drawing 1] the same, and deviation equipment 25c is similarly installed so that only the good variate M may deflect the point 97 on the sample front face 87 illuminated with an electron from symmetry-axis 19c. It is that the numeric value of the amount M by which the spot 97 illuminated is too deflected from main shaft 19c is comparatively large, lens 7c equips drawing 10 with the axial migration equipment

which is not drawn similarly, the contraction image of a generation source 89 is exact in a flat surface 95, after the focus has suited the precision, it is obtained, therefore the electron microscope 89 of high resolution is obtained.

[0070] Lens doublet 3c can be made into a symmetry doublet with the equal focal distance of Lenses 5c and 7c. This is advantageous, as long as the specific aberration of lens 5c or/and 7c is compensated and the image of an electronic generation source whose focus suited especially to the precision is formed on an unrelated sample front face substantially [the amount M of deviations]. Especially, the image of small comatic aberration can be formed here by use of symmetry magnetic lens doublet 3c for focusing. However, a doublet can also be made into the unsymmetrical configuration from which the focal distance of Lenses 5c and 7c differs. Here, a part of specific aberration of a lens is compensated. Especially lens 7c makes a focal distance shorter than lens 5c, and the image of the electronic generation source 89 formed in the flat surface of aperture 95 is further reduced on the sample front face 87.

[0071] Drawing 11 shows the variation of the electron microscope shown by drawing 10 . To the microscope of drawing 10 , the electron microscope of drawing 11 is equipped with 7d of one focusing lens, is emitted from 89d of electronic generation sources, and converges 90d of emission electron rays fabricated by aperture 91d on 87d of sample front faces. 7d of focusing lenses is installed in the center about 19d of symmetry axes like the time of 90d of electron rays being emitted first from 89d of electronic generation sources. Deviation unit 25d, it is installed between aperture 91d and 7d of focusing lenses, and only an amount M moves 90d of electron rays to a symmetry axis and parallel. For this reason, it has deflecting coils 41d and 43d and 45d of dynamic focusing coils deviation unit 25d.

[0072] The electron ray with which only M was moved in parallel from 19d of symmetry axes goes into 7d of focusing lenses equipped with 29d of axial migration equipment, and only an amount M deflects the core of the deviation field offered by lens 7d from 19d of symmetry axes corresponding to the moved electron ray. Consequently, only an amount M is deflected from a symmetry axis similarly [lens 7d of the effect which it has on an electron ray is the same as that of the focusing lens which crosses a center, and / 97d of points of an electron ray converging on 87d of sample front faces, and colliding]. Distance g of 89d of electronic generation sources from 7d of focusing lenses is made larger than the distance b on 87d of front faces of a sample from 7d of focusing lenses, it is reduced around 97d of points on 87d of sample front faces, and 89d of electronic generation sources is made to **** it.

[0073] Drawing 12 shows electron microscope system 81e which functions as a

transmission electron microscope. For this reason, image formation of the transparency electron which sample 85e is illuminated from one side within extended field 16e with an electron, and passes sample 85e within field 16e is carried out on location sensing detector 99e by the image formation optical system 101. In this example, sample 85e is a mask for lithography for carrying out image formation of the structure 102 on a wafer in a lithography process. The quality of structure 102 is inspected by electron microscope 81e. The image formation optical system 101 is installed so that image formation of the whole lighting field 16e may be carried out on detector 99e. Furthermore, the image formation optical system 101 is installed so that only the amount M which can adjust field 16e by which image formation is carried out to detector 99e from symmetry-axis 19 of microscope 81e e can move. Therefore, the comparatively big part of sample 85e can be inspected, without moving sample 85e mechanically about microscope 81e, if image formation of the part from which sample 85e differs when the amount M of deviations is changed is carried out on detector 99e continuously later on in time amount and it doubles all.

[0074] Furthermore, it installs so that only field 16e by which an electron does not illuminate the whole sample surface 85e at once, but image formation is carried out on detector 99e at a certain time in the lighting system 103 for illuminating field 16e on detector 99e may be illuminated. 90d of electron rays emitted by electronic generation source 89e passes the illumination-light study system 103 continuously, and it has focusing lens doublet 3e which has the focusing lenses 5e and 7e fabricated by aperture 91e. Deviation unit 25e equipped with the deviation lenses 41e and 43e is installed between two lenses 5e and 7e, and only an amount M moves [e] 90d of electron rays from symmetry-axis 19e. 90d of electron rays moved from symmetry-axis 19e goes into second focusing lens 7e next, and only an alignment eclipse and field 16e to which only M was moved from the symmetry axis are similarly illuminated by this on sample surface 85e. For this reason, focusing lens 7e is equipped with axial migration equipment 29e which has two deflecting coils 31e and 33e, and dynamic focusing coil 45e is installed similarly.

[0075] The **** optical system 101 for carrying out image formation of the transparency electron which appears from field 16e on detector 99e is equipped with lens doublet 3e' and the porcelain lens 105 for expanding further. Lens doublet 3e' contains the component installed in the symmetry about a sample to the component of lens doublet 3e of the illumination-light study system 103. furthermore -- a deviation -- a unit -- 25 -- e -- ' -- a doublet -- three -- e -- ' -- a lens -- seven -- e -- ' -- five -- e -- ' -- between -- installing -- having -- the -- a component -- the same -- a deviation -- a unit --

25 -- e -- a component -- receiving -- a sample -- 85 -- e -- being related -- the symmetry -- installing -- having . By such symmetry arrangement, the same reference number as the component with which the illumination-light study system 103 corresponds is inquired of a component, which are lens doublet 3e' and deviation unit 25e' of the image formation optical system 101, and an apostrophe is attached and given to it. The image formation optical system 101 carries out image formation of the body size 107 on detector 99e as an image 110 through the middle image 109.

[0076] The current in 31e', 45e', 43d', and 41e' is adjusted, both lighting of field 16e and its image formation to detector 99e are performed in high quality, and the reference number 112 of drawing 12 points out Coils 41e, 43e, 31e, 33e, and 45e, 33e', and the control system to which field 16e is moved only for an amount M from symmetry-axis 19e'.

[0077] It is also possible to illuminate equally the field of a bigger sample than the field by which made unnecessary migration by which the field illuminated was controlled instead of the transmission electron microscope equipment shown in drawing 12 , and image formation was carried out to the congratulatory address on the detector by the electron. Thereby, although the structure of equipment and control are simplified, the temperature load of a sample may become large.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any

damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] They are the structure of the deviation equipment by this invention, and the schematic diagram of the path of a beam of light of passing this.

[Drawing 2] It is the schematic diagram of the magnetic lens equipment contained in the deviation equipment of drawing 1 .

[Drawing 3] It is drawing of the coil of another class of axial migration equipment shown in drawing 2 .

[Drawing 4] It is drawing showing the arrangement which coiled the electric conduction coil of the axial moving coil shown in drawing 2 on the ferrite ring periphery.

[Drawing 5] It is the graph which shows magnetic field strength distribution of the shaft orientations component of the field generated with the focusing lens of the deviation equipment of drawing 1 .

[Drawing 6] It is a functional diagram for driving the various coils of the deviation equipment of drawing 1 .

[Drawing 7] It is the schematic diagram including drawing of the lighting from beam of light shaping aperture of the deviation equipment shown in drawing 1 .

[Drawing 8] It is the detail drawing of the beam of light migration equipment installed between the magnetic lenses of drawing 1 .

[Drawing 9] It is the schematic diagram of the beam of light path which passes the configuration of another example of deviation equipment and this by this invention.

[Drawing 10] It is the schematic diagram showing the structure of the electric microscope using another example of the deviation equipment by this invention.

[Drawing 11] It is the schematic diagram showing the structure of the electron microscope using still more nearly another example of the deviation equipment by this invention.

[Drawing 12] It is drawing showing another electron microscope using the example of the deviation equipment by this invention.

[Description of Notations]

3 5 A magnetic lens tablet, 7 Focusing lens equipment, 9 The first flat surface, the 13 second flat surface, 19 An object shaft, 25 Corpuscular ray migration equipment, 29 31 Magnetic migration equipment, 33 An axial moving coil, 55 Ring.

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-164011

(P2002-164011A)

(43) 公開日 平成14年6月7日(2002.6.7)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	デマコト*(参考)
H 0 1 J 37/141		H 0 1 J 37/141	Z 2 H 0 9 7
G 0 3 F 7/20	5 0 1	G 0 3 F 7/20	5 0 1 5 C 0 3 0
	5 0 4		5 0 4 5 C 0 3 3
9/02		9/02	C 5 F 0 5 6
H 0 1 J 37/04		H 0 1 J 37/04	B

審査請求 未請求 請求項の数24 O L (全 25 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2001-272363(P2001-272363)

(22) 出願日 平成13年9月7日(2001.9.7)

(31) 優先権主張番号 1 0 0 4 4 1 9 9 . 8

(32) 優先日 平成12年9月7日(2000.9.7)

(33) 優先権主張国 ドイツ (D E)

(71) 出願人 300012273

カール ツァイス シュティフトゥング
トレーディング アズ カール ツァイス
ドイツ・(ブレンツ) ハイデンハイム・
89518

(72) 発明者 オリバー キーンツル

ドイツ アーレン キーフェルンベグ 18

(72) 発明者 ホルガー バイガント

ドイツ オーベルコッヘン レンツァール
デ 60

(74) 代理人 100075258

弁理士 吉田 研二 (外2名)

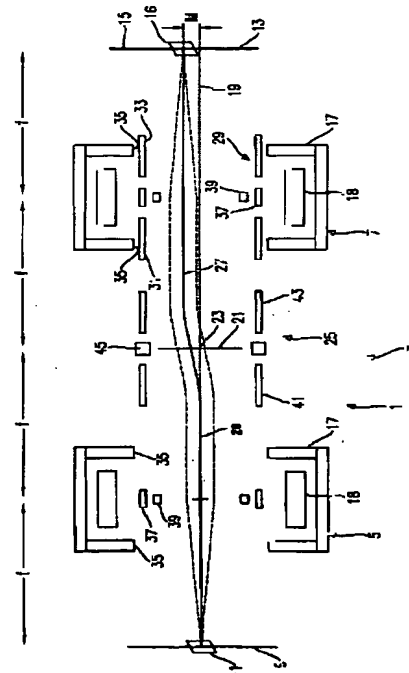
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 粒子光学コンポーネントおよび粒子光学コンポーネントを含むシステム

(57) 【要約】

【課題】 対称軸に関して移動される荷電粒子の線をより高い精度で操作できる磁気レンズ装置を提案する。

【解決手段】 荷電粒子線のための偏向磁場を発生する磁気レンズ装置で、アセンブリの対称軸(19)に関して実質的に回転対称で、その磁界を通過する粒子線に光学軸を持つ集束レンズ(7)として作用する磁界を発生する集束レンズ装置(17)と、集束レンズ装置(17)が発生する磁界に重ねられ、光学軸がアセンブリの対称軸(19)に対象に移動できるよう粒子線に作用する修正磁界を発生する軸移動装置(29)を備え、軸移動装置(29)には、少なくとも1本の軸移動コイル(31, 33)に修正磁界を発生するための複数の導電巻線が設置されていることを特徴とする磁気レンズ装置。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 荷電粒子線のための偏向磁界を提供するための磁気レンズ装置で、

アセンブリの対称軸(19)に関して実質的に回転対称で、その磁界を通過する粒子線に光学軸を持つ集束レンズとして作用する磁界を発生する集束レンズ装置(5, 7)、および上記集束レンズ装置(5, 7)によって発生される磁界の上に重ねられ、光学軸がアセンブリの対称軸(19)に平行に移動できるよう、粒子線に作用する修正磁界を発生する軸移動装置(31, 33)を備える磁気レンズ装置において、
磁気移動装置(29)は、対称軸に関して同心円状に設置され、実質的に導電性がなく、高い磁気透過性を有する材料で構成され、軸方向に間隔を空けて設置されたリング(55)の第一のセット(53)を備え、少なくとも1本の軸移動コイル(31, 33)には修正磁界を発生するための複数の導電巻線が設置され、軸移動コイル(31, 33)の導電巻線は第一のリングセット(53)の少なくともひとつのリング(55)に巻かれていることを特徴とする磁気レンズ装置。

【請求項2】 請求項1による磁気レンズ装置において、対称軸を横切る修正磁界の成分の、対称軸に沿った磁界強度分布は、集束レンズ装置によって対称軸に沿って発生される磁界の対称軸に平行な成分の一次導関数に実質的に比例することを特徴とする磁気レンズ装置。

【請求項3】 請求項1または2による磁気レンズ装置において、集束レンズ装置(5, 7)は、対称軸に対向する2個の軸方向に間隔を空けて設置された極片終端(35)を備え、軸移動装置(25)は各極片終端(35)に関連付けられ、極片終端と対称軸との間に設置された軸移動コイル(31, 33)を備えることを特徴とする磁気レンズ装置。

【請求項4】 請求項3による磁気レンズ装置において、単軸移動コイル(31, 33)を各極片終端(35)に付随させることを特徴とする磁気レンズ装置。

【請求項5】 請求項3または4による磁気レンズ装置において、軸移動コイル(31, 33)は第一のリングセット(53)の1個または複数のリング(55)に巻かれることを特徴とする磁気レンズ装置。

【請求項6】 請求項1から5のいずれかによる磁気レンズ装置において、対称軸に関して同心円状に設置され、実質的に導電性がなく、高い磁気透過性を有する材料で構成され、軸方向に間隔を空けて設置されたリングの第二のセット(49)が第一のリングセット(53)のリング(55)の、軸方向に見て外側に設置され、そこに軸移動コイル(31, 33)が巻かれていることを特徴とする磁気レンズ装置。

【請求項7】 請求項1から6のいずれかによる磁気レンズ装置において、さらに、第一または/および第二のリングセット(53, 49)のリング(55, 51)の

少なくとも1つに巻かれた複数の導電巻線を有する少なくとも1本の収差防止コイル(37)を備えることを特徴とする磁気レンズ装置。

【請求項8】 請求項7による磁気レンズ装置において、ダイナミック集束コイル(39)が収差防止コイル(37)と対称軸との間に設置されることを特徴とする磁気レンズ装置。

【請求項9】 請求項1から7のいずれかによる磁気レンズ装置において、ダイナミック集束コイル(39)が第一のリングセット(53)のリング(55)の、軸方向に見て内側に設置されることを特徴とする磁気レンズ装置。

【請求項10】 第一の平面(9)における荷電粒子線の第一の断面(11)を第二の平面(13)における粒子線の第二の断面に粒子光学結像させるための偏向装置であって、

第一の平面と第二の平面の間に設置される第一の集束レンズ(5)と第一の集束レンズ(5)と第二の平面(13)の間に設置される第二の集束レンズ(7)を備える磁気レンズダブレット(3)で、第一と第二の集束レンズは共通の対称軸(19)上に設置され、ダブレット

(3)の対称面(21)は第一と第二の集束レンズの間に設置され、第一の平面(9)と対称面(21)との距離は第一の集束レンズ(5)の焦点距離(f)の2倍であり、第二の平面(13)と対称面(21)との距離は第二の集束レンズ(7)の焦点距離(f)の2倍である磁気レンズダブレットと、

第一と第二の集束レンズの間に設置され、ここを粒子線が通過する粒子線移動装置(25)で、粒子線移動装置(25)に入る粒子線とここから出る粒子線との間に調整可能な軸移動(M)を起こさせる粒子線移動装置(25)とを備える偏向装置において、

第一の集束レンズまたは/および第二の集束レンズは集束レンズ(5, 7)が発生する磁界に重ねられ、粒子線に作用して、集束レンズの光学軸がその対称軸(19)に平行に移動されるようにする修正磁界を発生する軸移動装置を備えることを特徴とする偏向装置。

【請求項11】 請求項10による偏向装置において、粒子線移動装置(25)は、対称軸に関して対称的に配置され、それぞれ偏向磁場を発生する2つの偏向ユニット(41, 43)を備えることを特徴とする偏向装置。

【請求項12】 請求項11による偏向装置において、複数の導電巻線を有し、対称軸(19)に関して同心円状に設置される少なくともひとつのリング(61)に巻かれ、実質的に導電性がなく、高い磁気透過性を有する材料により構成された偏向コイル(41)によって偏向磁界が発生されることを特徴とする偏向装置。

【請求項13】 請求項12による偏向装置において、対称軸(19)に関して同心円状に配置され、軸方向に間隔を空けて設置されたリング(61)の第三のセット

(59)が備えられ、前記リングは実質的に導電性がなく、高い磁気透過性を有する材料で構成され、偏向コイル(41)の導電巻線は第三のリングセット(59)の少なくともひとつのリング(61)に巻かれていることを特徴とする偏向装置。

【請求項14】 請求項13による偏向装置において、第三のリングセット(59)のうち、偏向コイル(41)が巻かれているリング(61)の、軸方向に見て外側に磁界シールドが設置され、前記磁界シールドは実質的に導電性がなく、高い磁気透過性を有する材料で構成されることを特徴とする偏向装置。

【請求項15】 請求項14による偏向装置において、磁界シールドは、対称軸(19)に関して同心円状に設置され、実質的導電性がなく、高い磁気透過性を有する材料で構成された軸方向に連続する円筒あるいは第四のリングセット(65)の、軸方向に間隔を空けて設置された複数のリング(63)を備えることを特徴とする偏向装置。

【請求項16】 請求項10から15のいずれかによる偏向装置において、第一または/第二の集束レンズ(5, 7)は、請求項1から7のいずれかによる磁気レンズ装置を備えることを特徴とする偏向装置。

【請求項17】 マスク上に確定されたパターンを荷電粒子線によって粒子感受性基板上に転写するための投射システムであり、

荷電粒子発生源、

粒子線の断面を成形する粒子線成形アパーチャ、

粒子線成形アパーチャをマスク上に結像させる第一の粒子光学結像装置、

マスクを基板上に結像させる第二の粒子光学結像装置とを備える投射システムにおいて、

第一または/および第二の粒子光学結像装置は、請求項1から9のいずれかによる磁気レンズ装置を備えることを特徴とする投射システム。

【請求項18】 マスク上に確定されたパターンを荷電粒子線によって粒子感受性基板上に転写するための投射システムであり、

荷電粒子発生源、

粒子線の断面を成形する粒子線成形アパーチャ、

粒子線成形アパーチャをマスク上に結像させる第一の粒子光学結像装置、

マスクを基板上に結像させる第二の粒子光学結像装置とを備える投射システムにおいて、

第一または/および第二の粒子光学結像装置は、請求項10から15のいずれかによる偏向装置を備えることを特徴とする投射システム。

【請求項19】 請求項18による投射システムにおいて、粒子線成形アパーチャは磁気レンズダブレットの第一の平面内に設置され、マスクは磁気レンズダブレットの第二の平面内に設置されることを特徴とする投射シ

テム。

【請求項20】 請求項18による投射システムにおいて、マスクは磁気レンズダブレットの第一の平面内に設置され、基板は磁気レンズダブレットの第二の平面内に設置されることを特徴とする投射システム。

【請求項21】 電子顕微鏡システムであって、試験対象となる試料を受けるサンプルホルダ、電子発生源、

電子発生源から試料に電子を集束させる集束アセンブリ、

試料上に集束された電子の相互作用によって試料から発生する電子を検出する検出器からなる電子顕微鏡システムにおいて、

集束アセンブリは、請求項1から9のいずれかによる磁気レンズ装置を備えることを特徴とする電子顕微鏡システム。

【請求項22】 電子顕微鏡システムであって、試験対象となる試料を受けるサンプルホルダ、

電子発生源、電子発生源から試料に電子を集束させる集束アセンブリ、

試料上に集束された電子の相互作用によって試料から発生する電子を検出する検出器からなる電子顕微鏡システムにおいて、

集束アセンブリは、請求項10から15のいずれかによる偏向装置を備えることを特徴とする電子顕微鏡システム。

【請求項23】 電子顕微鏡システムであって、

試験対象となる試料を受けるサンプルホルダ、

電子で試料を照明するための電子発生源、

位置感知検出器、

試料上に集束された電子の相互作用によって、試料から発生する電子を位置感知検出器上に結像するレンズアセンブリからなる電子顕微鏡システムにおいて、

レンズアセンブリは、請求項1から9のいずれかによる磁気レンズ装置を備えることを特徴とする電子顕微鏡システム。

【請求項24】 電子顕微鏡システムであって、

試験対象となる試料を受けるサンプルホルダ、

電子で試料を照明するための電子発生源、

位置感知検出器、

試料上に集束された電子の相互作用によって、試料から発生する電子を位置感知検出器上に結像するレンズアセンブリからなる電子顕微鏡システムにおいて、

レンズアセンブリは、請求項10から15のいずれかによる偏向装置を備えることを特徴とする電子顕微鏡システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、荷電粒子線を結像または偏向する粒子光学コンポーネントに関し、さら

に、このような粒子光学コンポーネントを含むシステムに関する。

【0002】本発明は特に磁気レンズ装置に関し、その光学軸は装置の幾何学的対称軸に関して移動させることができる。さらに、本発明は特に、マスク上に規定されたパターンを荷電粒子線によって粒子感受基板上に転写する投射システム、特に電子光線投射平版印刷システムに関する。

【0003】さらに、本発明はまた、特に電子顕微鏡システムにも関する。

【0004】

【従来の技術】磁気レンズ装置は、焦点距離 f を有するレンズのように、特定のエネルギーを持つ荷電粒子で動作する先行技術から知られている。つまり、このような磁気レンズの場合、距離 f だけレンズから離して設置された映像面に、平行粒子線の焦点を合わせることが可能である。磁気レンズの対称軸を通り、中央を通過する光束（粒子線の束）の映像品質は比較的良好である。しかし、結像する光束が磁気レンズの中央を外れて通過する場合、画像面での結像は、特定の現実的用途には大きすぎる収差を生じる。

【0005】Optik 48 (1977年) 255ページ以降の、E. Goto 他による記事、'MOL (Moving Objective Lens (移動対物レンズ))' は、修正磁界によってレンズの光学軸をレンズの対称軸から中心をそれた粒子光線と一致するように移動させることを提案している。

【0006】米国特許第4,376,249号は、E. Goto が提案するレンズを具体的に実現したものであり、その中で「偏向軸レンズ」と称されている。同特許で開示される磁気レンズは、レンズの幾何学的対称軸に関して軸方向に相互に離して設置され、対称軸に向かって軸方向に見て内側に対向する2つの極片終端を備える。これらの極片終端の軸方向に見て内側にそれぞれ、光学軸を対称軸から離れるよう移動させる磁界を発生するための磁気装置が設置されている。付随するコイルの長さや直径は、対象軸に沿ったレンズの磁界の軸成分の第一導関数に比例する磁力を持つ、対称軸に沿った磁界を発生するよう決定される。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかし、特定の用途において、米国特許第4,376,249号から知られる従来の装置では、必要な精度が得られないことがわかった。

【0008】欧州特許第0969326A2号は、マスク上に設置されたパターンを電子投射システムによって放射線感受基板上に転写する平版印刷装置を開示している。このために、マスクは明確に規定された線断面を有する電子線によって帯状に走査され、同様に電子線のうち拡散せずにマスクを通過する部分が、基板上に帯状に

投影される。十分な露出品質を確保するために、線断面はマスク平面において十分な精度が得られるように確定しなければならない。このように定めないと、基板は部分的に露出過少または露出過剰となる。

【0009】従来の装置はこの点で改良が必要であることがわかった。

【0010】本発明の目的は、装置の対称軸に関して移動される荷電粒子の線をより高い精度で操作できる磁気レンズ装置を提案することである。

【0011】特に本発明の目的は、光学軸をその対称軸から移動できる磁気レンズ装置を提案することである。

【0012】さらに、本発明の目的は、線方向に横に荷電粒子線を移動させる、または／および横に移動された荷電粒子線を操作するための偏向装置を提案することである。

【0013】本発明の別の目的は、荷電粒子線によって、マスク上に定められたパターンを放射線感受基板に結像する投射システムを提案することである。

【0014】さらに、本発明の別の目的は、電子顕微鏡的に試料を検査するための電子顕微鏡システムを提案することである。

【0015】

【課題を解決するための手段】最初の点によれば、本発明は線断面が装置の物平面から像平面に転写されるように設置された荷電粒子線のための偏向装置で、光線方向への投射において、物平面と像平面内の線断面が相互に関して、光線方向へと横に移動できる装置に関する。

【0016】この目的のために、偏向装置は2枚の磁気レンズを有する磁気レンズダブレットを備える。2枚の磁気レンズは、相互に関し、第一のレンズ、別名「コリメーターレンズ」の前方焦点面に設置された物体が無限に結像されるように配置されている。第二の磁気レンズ、別名プロジェクションレンズは、その前方焦点面が第一の磁気レンズの後方焦点面と一致するように配置される。こうして、第二の磁気レンズは第一の磁気レンズによって照準を合わされた光線の焦点をその後方焦点面に当てるため、この後方焦点面がダブレットの像平面となる。磁気レンズダブレットの倍率は、第一の磁気レンズと第二の磁気レンズの各焦点距離、 f_1 と f_2 の関係によって決まる。さらに、物体と像平面との距離は、2つの焦点距離、 f_1 と f_2 の和の2倍である。

【0017】2枚の磁気レンズは、第一の磁気レンズの焦点距離の2倍の距離だけ対象物平面から間隔を空けられ、第二の磁気レンズの焦点距離の2倍の距離だけ像平面から間隔を空けられた対称面に関して「対称」である。2枚の磁気レンズは、厳格な機械的な意味ではなく、レンズを通過する光線経路について、また倍率を考慮に入れた場合に、対称面に対して対称である。たとえば、レンズのサイズはその焦点距離に応じて決まり、そのコイルを通過する電流または／および磁界は大きさに

おいて等しく、特に、これらの電流は反対方向の磁界を発生させ、それが「非対称ダブルレット」と呼ばれる。

【0018】本発明によれば、粒子線移動装置が第一の磁気レンズと第二の磁気レンズの間に配置され、粒子線移動装置に入った荷電粒子線が当初の線方向と平行に移動された状態で粒子線移動装置から出るような磁界を発生する。

【0019】この粒子線移動装置はなるべく、数学的な意味において、ダブルレットの対称面に対して対象に設置し、粒子線移動装置のコンポーネントも同様にこの対称面に幾何学的に対象となるようにする。粒子線移動装置が好ましくはダブルレットの対称面の領域内に設置されると、ダブルレットを通過するすべての部分的荷電粒子線に、実質的に同等の側方移動が起こる。なぜなら、ダブルレットの対称面内に交差点があるからである。

【0020】対称面の領域内に設置された粒子線移動装置により、磁気レンズダブルレットは磁気レンズの（幾何学的）対称軸から移動される荷電粒子線を操作することができる。たとえば、対称軸から移動されて粒子線移動装置に入る荷電粒子線はこの対称面に戻ることができ、対称軸上で粒子線移動装置に入る荷電粒子線は、対称軸から移動された状態で粒子線移動装置から出て、さらにダブルレットの第二のレンズによって結像することができるか、あるいは移動されて粒子線移動装置に入る荷電粒子線は、再び同じ、または異なる移動を加えられた状態で粒子線移動装置から出ることができる。

【0021】たとえば、荷電粒子線が対称軸から移動された状態で偏向装置から出て、できるだけ収差を発生せずに第二の磁気レンズによって結像するようにしたい場合、この第二の焦点レンズは先行技術において「移動対物レンズ」あるいは「可変軸レンズ」と呼ばれる特性を呈する。特に、第二の磁気レンズは、ダブルレットの磁気レンズによって発生される集束磁界に重ねることのできる修正磁界を提供する軸移動装置を備える。重ねられた磁界は、対称軸から移動されて磁気レンズに入る荷電粒子線に作用し、集束磁気レンズの光学軸が同様にその対称軸に対して平行移動される。

【0022】ダブルレットが偏向装置に入った荷電粒子線を対称軸から移動させるよう操作することを望む場合、ダブルレットの第一のレンズには上記の軸移動装置も備えらるとよい。

【0023】好ましくは、偏向装置は投射システムにおいて、マスク上に定義されたパターンを荷電粒子によって放射線感受基板に転送する部分を構成する。このような投射システムは荷電粒子放出源、粒子線の断面を成形する粒子線成形アパーチャ、マスク上に結像アパーチャの像を形成する第一の粒子光学結像装置および基板上にマスクの像を形成する第二の粒子光学結像装置を備える。好ましくは、第一の粒子光学結像手段は、本発明による偏向装置、対象物平面上に設置された粒子線成形ア

パーチャおよび磁気レンズダブルレットの像平面上に設置されたマスクを備える。これにより、端部の鮮鋭度が改善された、粒子線成形アパーチャによって定義される粒子線断面の提供が可能となる。つまり、粒子線断面内の高い粒子輝度から粒子線断面外の実質的にゼロの粒子輝度への移行が急峻である。

【0024】さらに、偏向装置は電子顕微鏡システム、特に走査電子顕微鏡（SEM）および透過電子顕微鏡（TEM）において使用することも好ましい。走査電子顕微鏡において、電子発生源から放出される電子は、集束アセンブリによってサンプルホルダ上の試料の上に集束され、試料上に集束された電子の相互作用により、ここから出る電子は検出器によって検出される。次に、偏向装置が集束アセンブリの一部を構成し、電子線が試料上に正確に集束することが可能となり、電子線により走査される広い面積、つまり大きな観察可能鏡像力場が得られる。

【0025】透過電子顕微鏡は、サンプルホルダ上に設置された試料を広い範囲で照明するための電子放出源および試料から出る透過電子がレンズ装置によってその上に結像される位置感知検出器とを備える。この場合、偏向装置はレンズ装置の一部を構成し、広い面積の任意部分領域の試料から出る電子が、位置感知検出器上に、高い映像品質で結像することが可能となる。

【0026】第二の面によれば、本発明は先行技術において「移動対物レンズ」または「可変軸レンズ」と呼ばれる磁気レンズ装置に関する。このような磁気レンズ装置は特に、装置の対称軸に関して実質的に回転対称な磁界を提供する集束レンズ装置を備え、前記磁界は前記磁界を通過する光線に光学軸を持つ集束レンズとして作用し、前記磁気レンズ装置はさらに、好ましくは、集束レンズ装置が発生する磁界の上に重ねることができ、光線に作用して光学軸を装置の対称軸に平行に移動させる修正磁界を発生する軸移動装置を備える。その結果、レンズの中央に入る粒子光線と同様の集束作用が、レンズの（幾何学的）対称軸から移動されてレンズに入る粒子光線にも行われ、中央を外れてレンズ装置に入ることによって生じる収差は大幅に抑制される。

【0027】本発明によれば、修正磁界は、集束レンズ装置の磁界内に設置される複数の電流導通巻線を備える軸移動コイルにより提供される。この点で、時間の面における軸移動の変化に応じて時間とともに変化する修正磁界は、集束レンズ装置の集束磁界を妨害しないことが重要である。これは、実質的に導電性がなく、磁気透過性の高い材料で構成された、軸方向に間隔を空けられた第一のリング群を、集束装置の磁界内に、対称軸と同心円状に設置することにより実現する。この材料の透過性の数値 μr はできれば10より大きい、特に100より大きい、さらには1000より大きいことが望ましい。材料の電気抵抗は、できれば $10^3 \Omega/\text{m}$ より大きい、

好ましくは $10^6 \Omega/\text{m}$ より大きい、最も好ましくは $10^{10} \Omega/\text{m}$ より大きい数値とする。

【0028】できれば、第一のリング群は実質的に直径が同じで、各々の間隔は同距離であるのが望ましい。

【0029】透過性の高い材料によるリング群は、集束レンズ装置の集束磁界がリング内の粒子線が通過する場所において高品質で提供されるように、放射状、軸方向に対称な磁界に対して透過性を持つ。軸移動コイルの導電巻線は、それぞれリングまたはリング群の複数のリングに巻かれ、ここでもやはり高い磁気透過性により、十分な大きさの修正磁界が得られ、磁気移動コイルに流れる電流が限定される。

【0030】なるべく、磁気移動コイルの導電巻線は、2つまたは3つ、あるいはそれ以上のリングに巻くのが好ましい。

【0031】修正磁界は、対称軸に直交する方向の双極子磁界で、対称軸に直交するその成分の対称軸に沿った磁界強度分布が、集束レンズ装置の対称軸に平行する磁界成分の第一導関数にほぼ比例するものであることが好ましい。このような修正磁界の磁界強度分布は、リングと軸移動コイルの寸法を適正に設定することで実現する。

【0032】なるべく、集束レンズ装置は、対称軸に放射状に向かう2つの軸方向に間隔を空けて設置された極片終端を備えることが好ましい。各極片終端には、その中に放射状に配置される少なくともひとつの軸移動コイルを付随させる。また、単軸移動コイルを各極片終端に付随させる。

【0033】実質的に導電性がなく、高い磁気透過性を有する材料で構成される第二のリング群は、第一のリング群のリングの、軸方向に見て外側に設置するのが好ましい。第二のリング群のリングも同様に、対称軸に関して同心円状に、相互に軸方向に間隔を空けて設置される。第二のリング群のリングは、軸移動コイルが発生する修正磁界を、軸方向に見て外側から遮断し、修正磁界が実質的に集束レンズ装置に影響を与えないようにする役割を果たす。特に、それによって、軸移動コイルが発生する磁界が集束レンズ装置内にエディ電流を誘引するのが防止される。第二のリング群のリングは、第一のリング群のリングと同じまたは同様の材料で構成される。

【0034】磁気レンズ装置はなるべく、収差を修正するための収差防止コイルを備え、収差防止コイルの導電巻線は、同様に、好ましくは第一のリング群のリング上に巻かれる。収差防止コイルは四極子磁界を発生し、それが集束レンズ装置に与える影響は、同様に、収差防止コイルの軸方向に見て外側に設置された第二のリング群のリングによって軽減される。

【0035】さらに、磁気レンズ装置は対称軸に巻かれた巻線を有するダイナミック集束コイルを備える。これらの巻線は、好ましくは収差防止コイルの導電巻線の軸

方向に見て内側に設置され、または／および第一のリング群のリングの、軸方向に見て内側に設置される。

【0036】磁気レンズ装置は、好ましくは、マスク上に設定されたパターンを粒子感知基板または電子顕微鏡システムに、荷電粒子光線によって転写する投射システムに使用する。

【発明の実施の形態】

【0037】図1は、本発明による偏向装置1を示す。これは、 100 keV のエネルギーを持つ電子について、それぞれ 180 mm の焦点距離 f を有する2つの磁気レンズ5、7からなる磁気レンズダブレット3を備える。磁気レンズダブレット3は、ダブレット3の対象物平面9に設置された粒子線成形アパーチャ11を、ダブレット3の像平面13に配置されたマスク3の上に結像する役割を果たす。粒子線成形アパーチャ11は、マスク15上に輪郭のはっきりした照明領域16を定める。磁気レンズ5と7はそれぞれコイル18と極片17を備え、各々が焦点距離 f の集束磁界を発生する。極の内径は 80 mm 、極片ギャップは 40 mm である。

【0038】磁気レンズ5と7は、 $2f$ の距離だけ相互に離して、ダブレット3の対称軸19周辺に対称的に設置される。粒子線成形アパーチャ11の中心も同様に対称軸19上に設置される。

【0039】レンズ5と7によって発生される磁界の、対称軸19に向かう軸方向成分 B_z の磁界強度分布を、図5において自由単位で示す。磁界強度分布は、交差点23がダブレット3の対象面21に形成され、電子線がダブレットを通過するようになっている（逆対称ダブレット）。

【0040】対称面21の領域内にはさらに、レンズ5の中央を通過する電子線をMだけ対称軸19から横方向に移動させるための偏向装置25が設置される。偏向装置25によってMだけ対称軸19から移動された粒子線（電子線）27は従って、ダブレット3のレンズ7に、対称軸からMだけ移動された状態のまま、中心を外れて入り、同様にMだけ移動した状態でマスク15の上に衝突する。しかし、粒子線27はレンズ7によって像平面13上に集束される。このために必要な磁界は、軸移動装置29が発生する修正磁界がコイル18と極片17によって発生するレンズ7の集束磁界に重ねられるように提供される。軸移動装置29は、2つの偏向コイル31と33を備え、これらはそれぞれレンズ7の極片17の終端35の軸方向に見て内側に設置され、この終端は対称軸19に対し、軸方向に見て内側に設置される。

【0041】偏向コイル31と33は、対称軸19を横切るような向きにあり、図5に示す、レンズ7により発生される磁界の軸方向成分の第一導関数に比例する大きさを持つ磁界を発生する。このような修正磁界の磁界強度分布は、偏向コイル31と33の幾何学形状を適正に選択することで実現する。

【0042】修正磁界はさらに、粒子線移動装置によって起こされる軸移動の量 M に比例し、その方向を向く。

【0043】さらに、レンズ5と7の各々は、それぞれレンズ5と7の非点収差を修正するための収差防止コイル37と、それぞれレンズ5と7の鏡像力場の曲がりの集束不良を修正するためのダイナミック集束コイル39を備える。

【0044】粒子線移動装置25は、対称面21に関して対称な2つの偏向コイル41と43および対称面21に設置された別のダイナミック集束コイル45を備える。

【0045】偏向コイル31, 33, 41, 43の巻線の形状例を図3に略図として示す。図3aはトロイダルコイルとしての巻線の形状、図3bはサドルコイルとしての形状、図3cは複合サドルコイルとして形状をそれぞれ示す。

【0046】図2から明らかなように、直径が同じ9本のフェライトリング51のスタック49が、レンズ7の極片17の終端35の軸方向に見て内側に等間隔で設置される。9本のフェライトリング51のスタック49の内側には、やはり直径が同じ9本のフェライトリング55の別のスタック53が同様に設置されている。内側のセット53のフェライトリング55の内側半径 R_i は28mm、外側半径 R_a は32mmである。

【0047】偏向コイル31と33のそれぞれは、内側のスタック53の軸方向に見て外側から3本のフェライトリング55に巻かれ、収差防止コイル37は、軸方向に見て、スタック53の中央のフェライトリング55に巻かれる。ダイナミック集束コイル39はフェライトリング55の内側スタック53の軸方向に見て内側に設置される。コイル31, 33の軸方向の中心はそれぞれ、レンズ7の対称軸56から軸方向に距離23mmだけ離れており、コイル31と33の各々の軸方向長さは同様に24mmである。

【0048】フェライトリング55の円周方向への偏向コイル31と33の巻線の配置を図4に示す。

【0049】図4aは y 方向への双極子磁界 B_y を発生するための巻線、図4bはこれに垂直な方向の双極子磁界 B_x を発生するための巻線を示す。図4cは、フェライトリング55上で図4aと4bに示す巻線を複合させたものを示す。

【0050】2枚のレンズ5と7をできるだけ対称に構成するために、レンズ7について先に説明したが図示されていない9本のフェライトリングの2つのスタックもまた、レンズ5の極片終端35の軸方向に見て内側に配置する。しかし、2つのスタックのうち軸方向に見て内側にあるほうには、偏向コイル31と33を巻かない。レンズ5の収差防止コイル37だけを、レンズ5の軸方向に見て内側のスタックの、軸方向に見て中央のフェライトリングに巻く。

【0051】粒子線移動装置25のコイル41と43の配置は、図8に詳しく示す。粒子線移動装置25は、同じ直径で、等間隔で配置され、対称面21に対して対称な17本のフェライトリング61のセット59を有する。軸方向に見て各フェライトリング61の外側には、フェライトリングの第二のセット65の直系が大きいフェライトリング63が配置される。偏向コイル41と43は、軸方向に見て内側のセット59のフェライトリング61に巻かれ、この巻線の構成例を図3aから3cに示す。フェライトリング61に巻かれた巻線の円周方向への配置はやはり、図4の構成に対応する。偏向コイル41と43の巻線は、軸方向に外側から見て、2番目から6番目のフェライトリングに巻かれる。

【0052】別の修正コイル45は、フェライトリング61のスタック59の、軸方向に見て内側に設置される。

【0053】図6は、図1に示す偏向装置1の個々のコイルを駆動するための機能図である。ダブレット3のレンズ5と7のコイル18は一定の電流で駆動され、レンズ5と7がそれぞれ電子について180mmの焦点距離 f を提供する。対称軸19からの電子線の偏向距離 M を実現するために、粒子線移動装置25の偏向コイル41と43は、偏向距離 M に比例する比例成分61を有する電流により駆動される。比例定数はこの場合、 $Cd1$ と $Cd2$ とする。

【0054】粒子線27の移動 M に対応するレンズ7の光学軸の移動を起こすために、レンズ7のコイル31と33も同様に比例成分61を有する電流で駆動され、対応する比例定数を $Cd3$ 、 $Cd4$ とする。歪み誤差を防止するために、偏向コイル41, 43, 31, 33に印加される電流はさらに立方成分63も有する。

【0055】修正コイル39, 45および収差防止コイル37に印加される電流は、偏向量 M からの二次依存性65を呈し、各々の比例定数は $Cf1$, $Cs1$, $Cf2$, $Cs2$, $Cs3$ とする。

【0056】比例定数 $Cd1$, $Cd2$, $Cd3$, $Cd4$ の関係は、装置の幾何学形状を製造中に理想的方法で観察した場合、なるべく、 $|Cd1/Cd2| = |cd3/Cd4| = 1$ の関係を満たすのがよい。

【0057】図7は、集束レンズ5と7のダブレット3によって照明領域16としてマスク15上に結像される粒子線成形アパーチャ11のための照明システム69の概略を示す。結像システム69は、電子ガン71と、電子ガン71から発射された電子を図のように光線成形アパーチャ11に向ける集束磁気レンズ73を備える。

【0058】図によるレンズダブレット3、粒子線移動装置25、軸移動装置29の配置では、粒子線成形アパーチャ11がほとんど歪みを生じずにマスク15上の照明領域16上に結像される。この照明領域16は対称軸19から移動可能である。照明領域16の縁部では、

0.2 μm の縁部急峻性(強度が20%から80%に増加)が実現できる。特に、粒子線26、27は領域成形アパーチャ11およびマスク15をどちらも垂直に通過する(テレセントリシティ)。

【0059】リングセット49、53、59、65は、たとえば、以下のように製造できる。

【0060】まず、内径と外形が同じで軸方向高さも等しいフェライトリングを所望の数だけ製造する。次に、フェライトリングと同じ直径で、同じ軸方向高さのセラミックリングを同数作る。フェライトリングとセラミックリングを交互に積み重ねる。セラミックリングの材料として好ましいのは、比電気抵抗が高く、磁気透過性が1に近いものである。たとえば、Corning社がMacorという商品名で販売するガラスセラミック材を使用できる。

【0061】以下に、図1から8に示す偏向装置のバリエーションについて説明する。項増と機能において相互に対応するコンポーネントは、図1から8において使用されるものと同じ参照番号を持つ。しかし、これを区別するために、参照番号に文字を追加する。説明のために、上記の説明文全体を参照する。

【0062】図9は、集束磁気レンズ5bと7bの磁気レンズダブレット3bを示す。ダブレット3bは、ダブレット3bの物平面9bに設置されたマスク15bを、ダブレットの像平面13bに設置された半導体ウェハ75上に結像する。このような結像を実現するために、電子線はマスク15bに向けられるが、そのためにたとえば図1の配置を使用することができ、これは粒子線成形アパーチャによってマスク15b上に明確に輪郭が定められた領域を照明する。電子線は対称軸19に対して偏向され、マスク15b上で照明領域を均等に、帯状に移動させる。図9は、3つの異なる偏向位置Mについて、照明領域の中央線の光学的経路を示す。

【0063】ダブレット3bは、ウェハ75上にマスク15bの像を1:4で縮小して提供する。このために、2枚のレンズ5bと7bはダブレット3bの対称面21bに関して「対称」とする。この対称は厳格な幾何学的意味ではなく、大きさが1:4で縮小されていることから、2枚のレンズ5bと7bの大きさの関係および対称面21bからの距離も1:4となる。

【0064】さらに、2つの偏向装置74がレンズ5bと7bの間に設置され、図9に示す光学線の経路に粒子線を誘導するのをサポートする。

【0065】アパーチャストップ76は対称面21b内に設置され、ここでは、ダブレット3bの交差点が、実質的にマスクによって拡散されない電子だけがマスク15bからウェハ75に衝突するように形成される。したがって、マスク15b上の拡散構造として提供されるパターンがウェハ75に転送される。

【0066】対称軸19bからMだけ移動された電子線

がレンズ5bに入るため、このレンズは2本の軸移動コイル31bと33bを持つ軸移動装置29bを備え、レンズ5bの光学軸が対称面19bから移動され、照明領域の中央線が、レンズ5bを通過する際、レンズ5bの光学軸と一致するようになっている。その結果、照明領域の部分的粒子線に対するレンズ5bの集束効果が保持され、粒子線が対称軸19bから移動することによって発生する収差が抑制される。

【0067】ダブレット3bの結像が縮小されることから、マスク面15bの中で対称軸19bからMだけ偏向された粒子線が偏向率M:4でウェハ75に衝突する。したがって、粒子線はダブレット7bのレンズ7bの中央を通過せず、レンズ7bもまた2本の軸移動コイル31bと33bを持つ軸移動装置29bを備え、レンズ7bの光学軸を対称軸19bから移動させ、それが粒子線の偏向束の中央線と一致するようになっている。

【0068】図10は、走査用電子顕微鏡として機能する電子顕微鏡システム81を示す。これは試料表面87を有する試料85を受けるサンプルホルダ83を備え、サンプルホルダ83は試料表面87の調べたい部分が顕微鏡81の主軸19cに関して中央に位置するように試料を受ける。電子発生源89は、分岐電子線90を放出し、分岐電子線90はアパーチャ91によって定義され、レンズ93によって集束されて、電子発生源89の縮小像が拡散電子アパーチャ95の平面に形成される。電子発生源の縮小像は、磁気レンズダブレット3cによって試料表面87上に形成され、試料表面87のできるだけ小さいスポットがポイント97の領域で照明される。電子発生源89から放出され、たとえば20keVのエネルギーで試料表面87に衝突する電子は、電子検出器99による副領域によって吸引され、電子検出器99によって検出される二次電子を発生する。

【0069】磁気レンズダブレット3cの構造は、図1の磁気レンズダブレットと実質的に同じであり、偏向装置25cは、電子によって照明される試料表面87上の点97を、対称軸19cから可変量Mだけ偏向するよう同様に設置される。レンズ7cは同様に、図10には描かれていない軸移動装置を備え、やはり、照明されるスポット97が主軸19cから偏向される量Mの数値が比較的大きいことで、平面95内で発生源89の縮小像が正確で精密に焦点の合った状態で得られ、従って高い解像度の電子顕微鏡89が得られる。

【0070】レンズダブレット3cは、レンズ5cと7cの焦点距離が等しい対称ダブレットとすることができる。これは、レンズ5cまたは/および7cの特定の収差が補償され、電子発生源の特に精密に焦点の合った像が偏向量Mとは実質的に無関係の試料表面上に形成されるかぎり有利である。特に、集束用の対称磁気レンズダブレット3cの使用により、特に小さなコマ収差の像をここに形成することができる。しかし、ダブレットはレ

レンズ5cと7cの焦点距離が異なる、非対称形状とすることもできる。ここでも、レンズの特定の収差は一部補償される。特に、レンズ7cはレンズ5cより焦点距離を短くし、アパーチャ95の平面内に形成される電子発生源89の像が、試料表面87上でさらに縮小される。

【0071】図11は、図10で示す電子顕微鏡のバリエーションを示す。図10の顕微鏡に対し、図11の電子顕微鏡はひとつのみ集束レンズ7dを備え、電子発生源89dから放出され、アパーチャ91dによって形成される発散電子線90dを試料表面87d上に集束させる。集束レンズ7dは、電子発生源89dから電子線90dが最初に放出された時と同様に、対称軸19dに関して中央に設置される。偏向ユニット25dは、アパーチャ91dと集束レンズ7dの間に設置され、電子線90dを対称軸と平行に量Mだけ移動させる。このために、偏向ユニット25dは偏向コイル41d、43dおよびダイナミック集束コイル45dを備える。

【0072】対称軸19dからMだけ平行に移動された電子線は、軸移動装置29dを備える集束レンズ7dに入り、移動された電子線に対応して、レンズ7dにより提供される偏向領域の中心を対称軸19dから量Mだけ偏向する。その結果、レンズ7dが電子線に与える影響は、中央を横切る集束レンズと同じであり、電子線が試料表面87d上に集束し、衝突する点97dも同様に、対称軸から量Mだけ偏向される。集束レンズ7dからの電子発生源89dの距離gは、集束レンズ7dからの試料表面87dの距離bより大きくし、電子発生源89dが試料表面87d上の点97d周辺に縮小されて結像するようにする。

【0073】図12は透過電子顕微鏡として機能する電子顕微鏡システム81eを示す。このために、試料85eは電子により、延長領域16e内で一方から照明され、領域16e内で試料85eを通過する透過電子は、結像光学システム101によって、位置感知検出器99eの上に結像される。この例では、試料85eは、石版印刷プロセスにおいて、構造102をウェハ上に結像するための石版印刷用マスクである。構造102の品質が電子顕微鏡81eによって検査される。結像光学システム101は、照明領域16e全体が検出器99e上に結像されるように設置する。さらに、結像光学システム101は、検出器99eに結像される領域16eを顕微鏡81eの対称軸19eから調整可能な量Mだけ移動できるように設置する。したがって、偏向量Mを変えると、試料85eの異なる部分が時間を追って連続的に検出器99e上に結像され、すべてを合わせると、顕微鏡81eに関して試料85eを機械的に移動させることなく、試料85eの比較的大きな部分を検査することができる。

【0074】さらに、領域16eを検出器99eの上に照明するための照明システム103を、電子が一度に試

料表面85e全体を照明せず、ある時点で検出器99e上に結像される領域16eだけを照明するよう設置する。照明光学システム103は、電子発生源89eによって放出される電子線90dが連続的に通過し、アパーチャ91eによって形成される集束レンズ5eと7eを有する集束レンズダブレット3eを備える。偏向レンズ41eと43eを備える偏向ユニット25eが2枚のレンズ5eと7eの間に設置され、電子線90dを対称軸19eから量Mだけ移動させる。対称軸19eから移動された電子線90dは次に第二の集束レンズ7eに入り、これによって試料表面85e上に方向付けられ、同様に対称軸からMだけ移動された領域16eだけが照明される。このために、集束レンズ7eは2本の偏向コイル31eと33eを有する軸移動装置29eを備え、ダイナミック集束コイル45eも同様に設置される。

【0075】領域16eから現れる透過電子を検出器99e上に結像するための決像光学システム101は、レンズダブレット3e' およびさらに拡大するための磁器レンズ105を備える。レンズダブレット3e' は、照明光学システム103のレンズダブレット3eのコンポーネントに対し、試料に関して対称に設置されるコンポーネントを含む。さらに、偏向ユニット25e' がダブレット3e' のレンズ7e' と5e' の間に設置され、そのコンポーネントも同様に、偏向ユニット25eのコンポーネントに対し、試料85eに関して対称に設置される。このような対称配置により、レンズダブレット3e' と結像光学システム101の偏向ユニット25e' のコンポーネントには、照明光学システム103の対応するコンポーネントと同じ参照番号を、ただしアポストロフィーを付けて付与する。結像光学システム101は、物体サイズ107を、中間像109を経て、像110として検出器99e上に結像する。

【0076】図12の参照番号112は、コイル41e、43e、31e、33e、45e、33e'、31e'、45e'、43d'、41e' の中の電流を調整し、領域16eの照明と検出器99eへのその結像の両方が高い品質で実行され、領域16eが対称軸19e' から量Mだけ移動されるようにする制御システムを指す。

【0077】図12に示す透過電子顕微鏡装置の代わりに、照明される領域の制御された移動を不要とし、検出器上に祝辞に結像された領域より大きな試料の領域を電子で均等に照明することも可能である。これにより、装置の構造と制御が単純化するが、試料の温度負荷が大きくなる場合がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明による偏向装置の構造とこれを通過する光線の経路の概略図である。

【図2】 図1の偏向装置に含まれる磁気レンズ装置の概略図である。

【図3】 図2に示す軸移動装置の別の種類のコイルの図である。

【図4】 図2に示す軸移動コイルの導電巻線をフェライトリング円周上に巻いた配置を示す図である。

【図5】 図1の偏向装置の集束レンズによって発生する磁界の軸方向成分の磁界強度分布を示すグラフである。

【図6】 図1の偏向装置の各種コイルを駆動するための機能図である。

【図7】 光線成形アパーチャからの照明の図を含めた、図1に示す偏向装置の概略図である。

【図8】 図1の磁気レンズの間に設置された光線移動装置の詳細図である。

【図9】 本発明による偏向装置の別の実施例の構成およびこれを通る光線経路の概略図である。

【図10】 本発明による偏向装置の別の実施例を用いた電気顕微鏡の構造を示す概略図である。

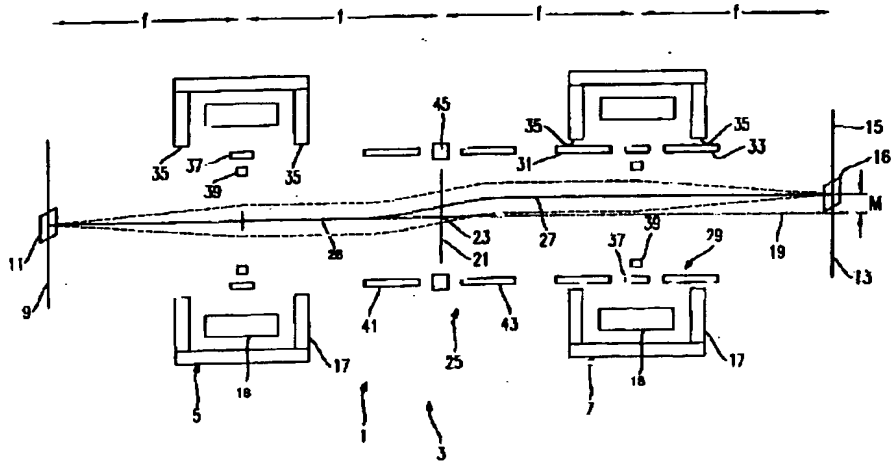
【図11】 本発明による偏向装置のさらに別の実施例を用いた電子顕微鏡の構造を示す概略図である。

【図12】 本発明による偏向装置の実施例を用いた別の電子顕微鏡を示す図である。

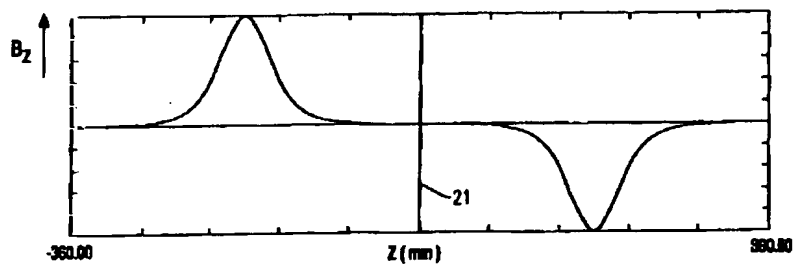
【符号の説明】

3 磁気レンズタブレット、5, 7 集束レンズ装置、9 第一の平面、13 第二の平面、19 対象軸、25 粒子線移動装置、29 磁気移動装置、31, 33 軸移動コイル、55 リング。

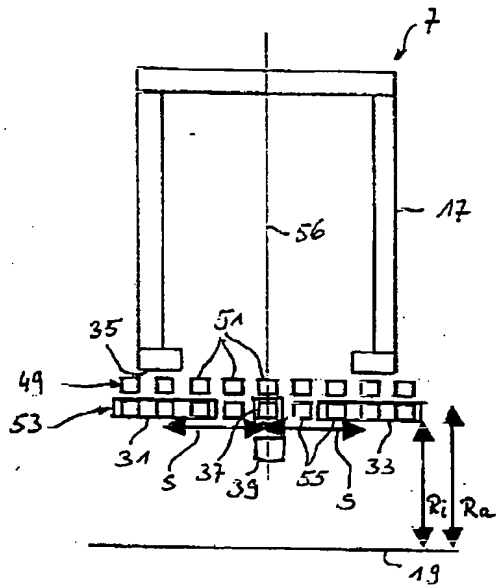
【図1】



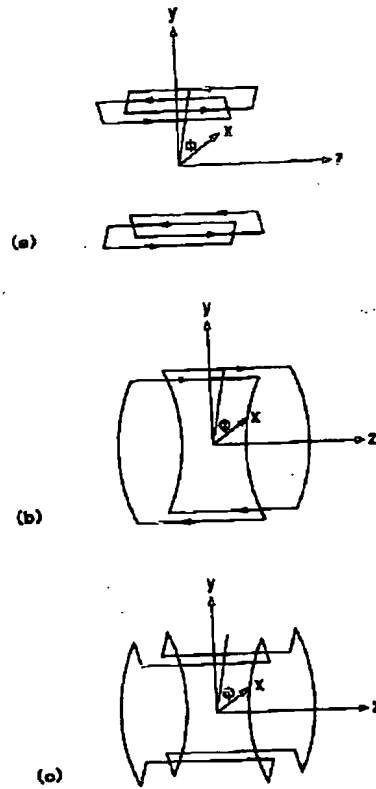
【図5】



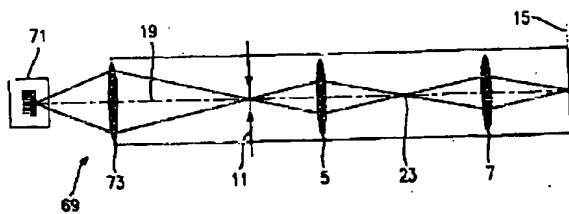
【図2】



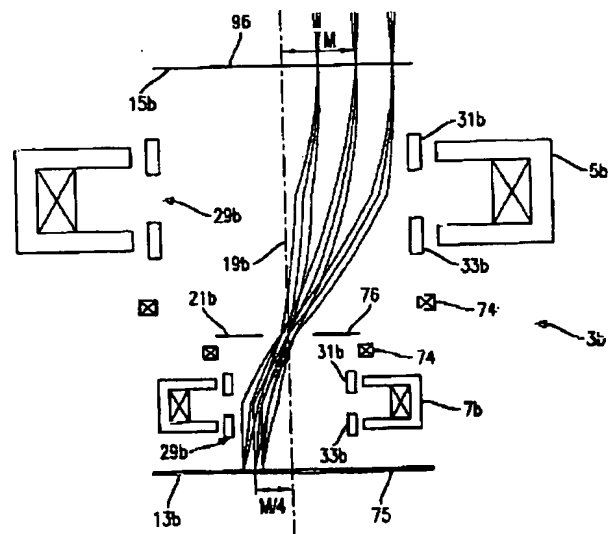
【図3】



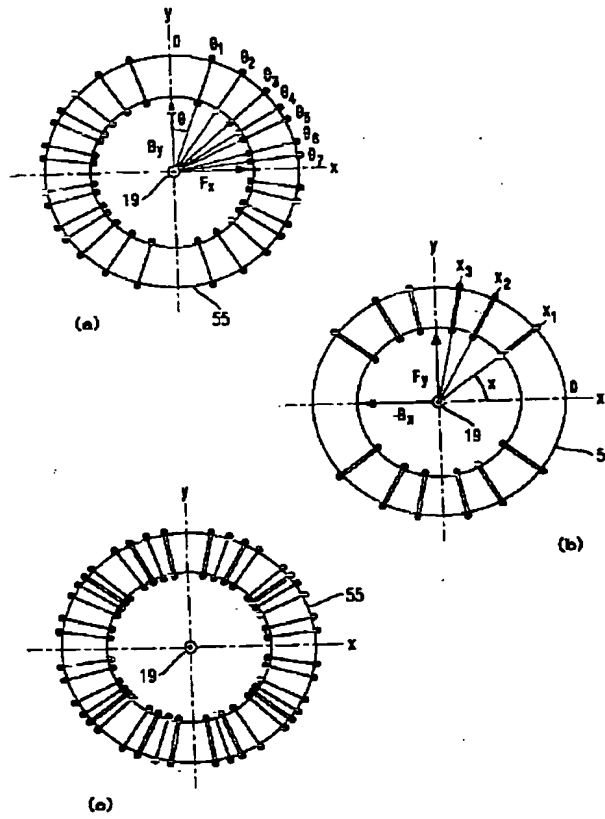
【図7】



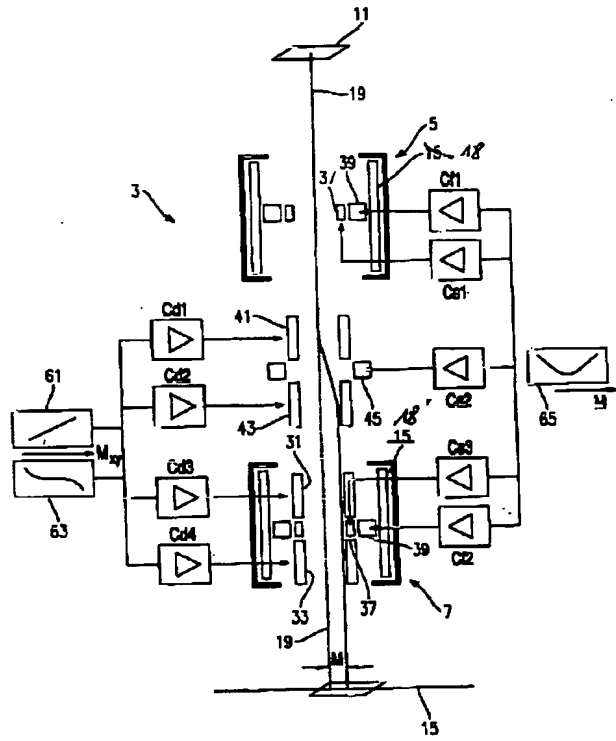
【図9】



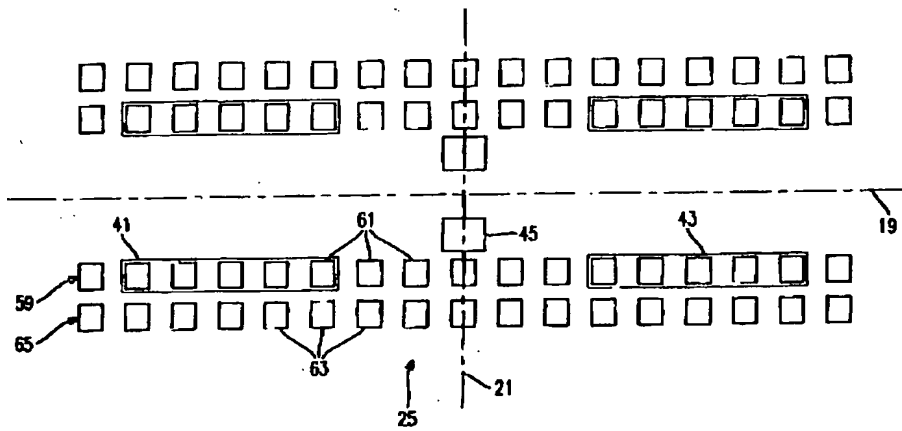
【図4】



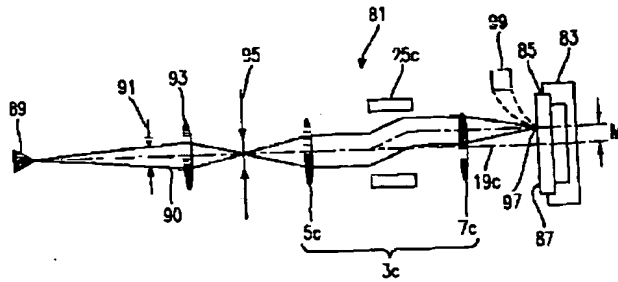
【図6】



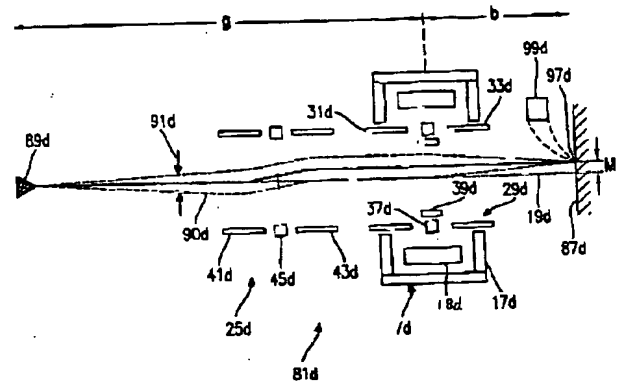
【図8】



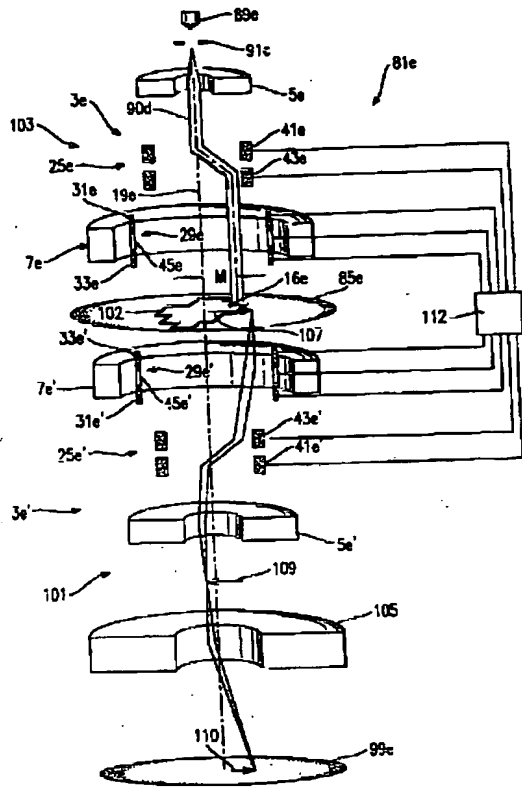
【図10】



【図11】



【図12】



【手続補正書】

【提出日】平成13年9月14日(2001.9.14)

【手続補正1】

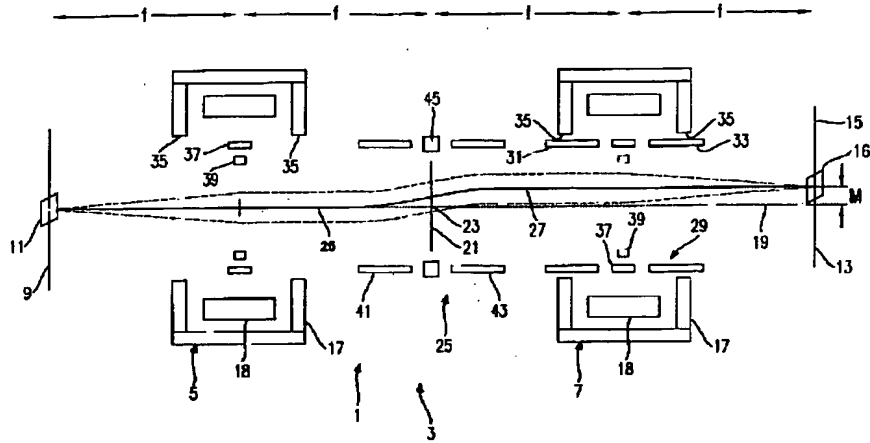
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】全図

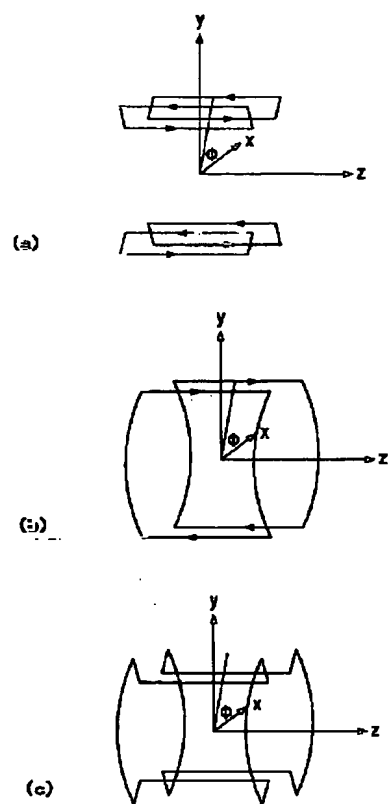
【補正方法】変更

【補正内容】

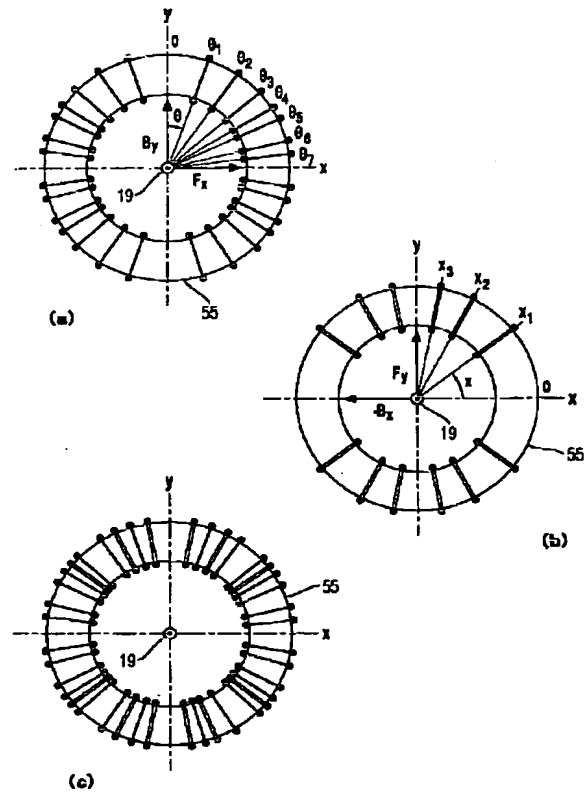
【圖1】



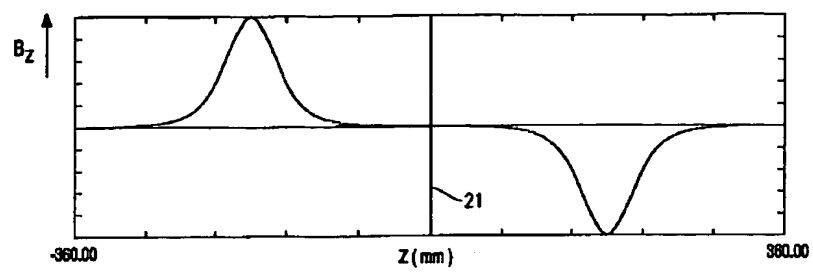
【图 3】



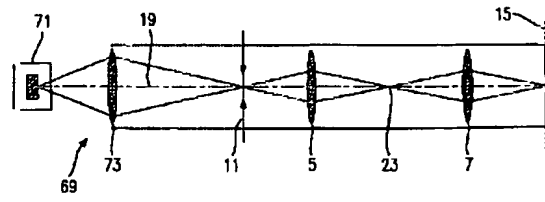
【圖 4】



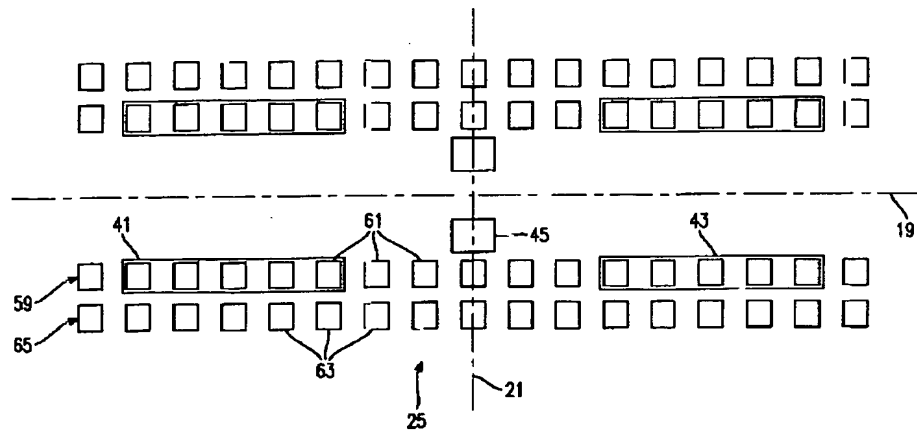
【図5】



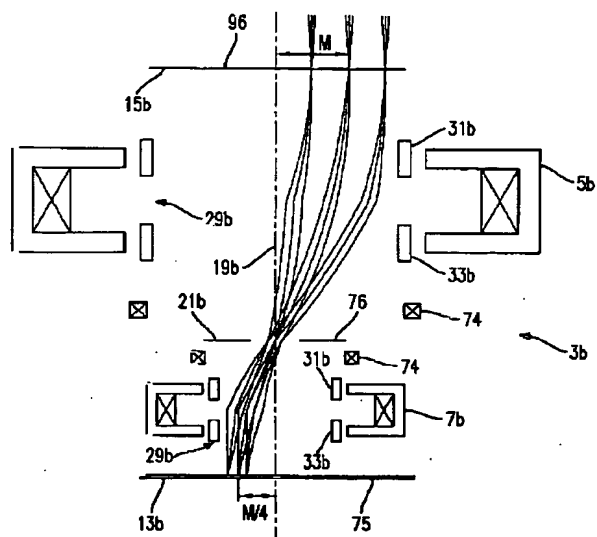
【図7】



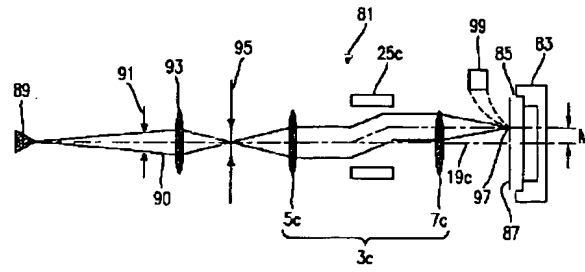
【図8】



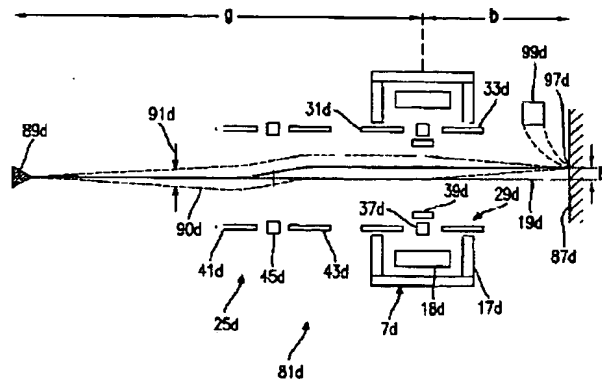
【図9】



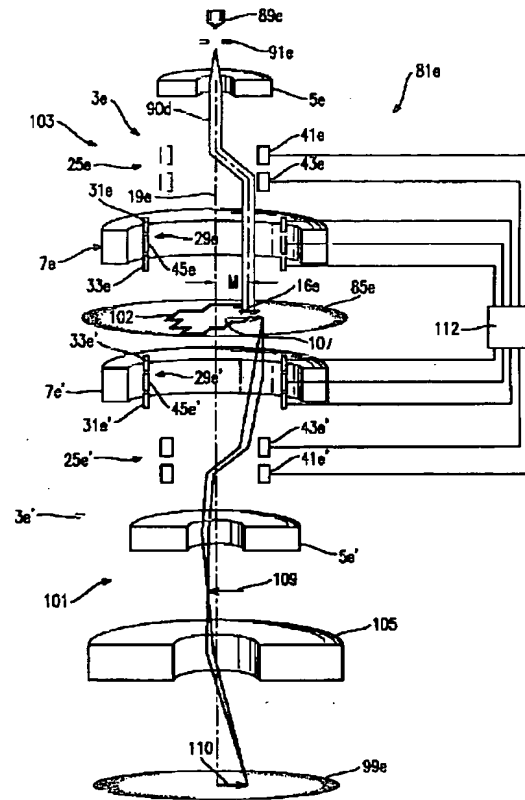
【図10】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷

H 01 J 37/26

H 01 L 21/027

識別記号

F I

H 01 J 37/26

H 01 L 21/30

(参考)

541B

Fターム(参考) 2H097 AA03 BA01 BB10 CA16 GB00

KA01 KA38 LA03 LA10

5C030 AA06 AB01

5C033 DD03 SS03

5F056 AA03 CB29 CB31 CB40 EA05

EA06 EA08